

Opinnäytetyö (AMK)

Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

Röntgenhoitaja (AMK)

2014

Henna-Riikka Huuonen

POTILAAN SÄTEILYALTISTUS SATAKUNNAN KESKUSSAIRAALAN SYDÄNYKSIKÖSSÄ

– potilasannokset vuosina 2010 - 2013 ja
seurantavälineen kehittäminen



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Henna-Riikka Huuemonen

POTILAAN SÄTEILYALTISTUS SATAKUNNAN KESKUSSAIRAALAN SYDÄNYKSIKÖSSÄ

– potilasannokset vuosina 2010 - 2013 ja seurantavälineen kehittäminen

Sepelvaltimotauti on tärkeimpiä ja eniten hoitoa vaativia kansantautejamme. Sepelvaltimoiden varjoainekuvauksella eli angiografialla selvitetään sepelvaltimoiden anatomiaa ja ahtauttavan sepelvaltimotaudin olemassaoloa ja vaikeusastetta. Sepelvaltimoiden pallolaajennus tulee kysymykseen silloin, kun sepelvaltimotaudin oireet eivät pysy hallinnassa konservatiivisin keinoin tai taudin tilanne muuttuu epävakaa. Röntgensäteilyn käyttö on välttämätöntä kajoavissa sydäntutkimuksissa. Kun halutaan kuvata elimistön reaaliaikaista toimintaa tai prosessia, tarvitaan kuvantamismenetelmänä läpivalaisutekniikkaa.

Säteilysuojelun tavoitteena on ennaltaehkäistä säteilyn aiheuttamien terveyshaittojen syntyminen. Säteilyn käyttöön liittyvien lainsäädännön ja asetusten lisäksi Säteilyturvakeskus (STUK) antaa sille lainsäädännössä annettujen oikeuksien perusteella toiminnan harjoittajia velvoittavia päätöksiä koskien säteilytoimintaa ja -turvallisuutta. Säteilysuojelun optimoinnissa käytetään diagnostiikkaan ja toimenpiteisiin liittyen STUK:n asettamia potilaan säteilyaltistuksen vertailutasoja, jotka antavat viitettä siitä, onko potilaan saama sädeannos tietyssä toimenpiteessä epätavallisen suuri tai pieni. Epätavallisessa tilanteessa toimijan tulee selvittää, ovatko säteilysuojeluun liittyvät toiminnot ja laitteisto kunnossa vai edellyttävätkö tilanne lisäselvityksiä tai toimia.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Satakunnan keskussairaalan sydänyksikössä tehtyjen sepelvaltimoiden varjoainekuvauksien ja pallolaajennustoimenpiteiden läpivalaisuaikoja ja sädeannoksia suhteessa STUK:n asettamiin vertailutasoihin. Vertailu suoritettiin ennalta määritettyjen otoksien keskiarvoista Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmalla ja aineistosta luotiin tilannetta havainnollistavia taulukoita ja kuvioita. Opinnäytetyön tulosten perusteella voidaan todeta, että Satakunnan keskussairaalan sydänyksikössä tehtyjen tutkimusten ja toimenpiteiden säteilyannokset ja läpivalaisuaajat alittavat pääosin STUK:n niille asettamat vertailutasot. Vaikka tilastollisesti tulokset ovat pääosin selvästi alle asetettujen vertailutasojen arvojen, tulee säteilyturvallisuuteen kiinnittää aina erityishuomiota.

ASIASANAT:

sepelvaltimo, angiografia, pallolaajennus, STUK, vertailutaso, säteilyaltistus, optimointi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Programme in Radiography and Radiotherapy | Radiographer

January 2014 | 43+16

Henna-Riikka Huumonen

MONITORING PATIENT'S RADIATION EXPOSURE IN SATAKUNTA CENTRAL HOSPITAL

- controlling angiographies and percutaneous coronary interventions
in 2010-2013

Coronary artery disease is the most important public health problem in Finland. Coronary angiography explores the anatomy of coronary arteries and it diagnoses existence and difficulty of obstructive coronary artery disease. When the symptoms of coronary artery disease are not under control by conservative methods or the situation becomes unstable is percutaneous coronary intervention necessary. Using radiation is necessary in invasive cardiac examinations. Fluoroscopy as imaging technique describes human body's real-time activity or process.

Meaning of radiation protection is to prevent radiation-related health issues. The radiation and nuclear safety authority (STUK) is responsible for the prevention and restriction of radiation and regulates the use of radiation according to legislation. Diagnostic reference levels are used to optimize radiation protection. Reference levels give information whether the patient's radiation dose is unusually large or small. In unusual situation, the operator needs to determine whether the radiation protection functions, the equipment condition or current situation requires further investigation or actions.

Purpose of this thesis is to examine fluoroscopy times and radiation doses of coronary angiographies and percutaneous coronary interventions in relation to the diagnostic reference levels set by the radiation and nuclear safety authority. This thesis is associated with Satakunta central hospital's cardiac unit. The comparison was made of pre-defined samples. The material is analyzed and processed by Microsoft Excel software. From the results of this thesis can be concluded that in the Satakunta Central Hospital's cardiac unit fluoroscopy times and radiation doses are mainly below the reference levels. Although statistically the results are mostly well below the reference levels, special attention must always be paid to the radiation safety.

KEYWORDS:

coronary artery, angiography, PTCA (percutaneous transluminal coronary angioplasty), PCI (percutaneous coronary intervention), STUK (Radiation and Nuclear Safety Authority), diagnostic reference level, radiation exposure, optimisation

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 SEPELVALTIMOTAUDIN DIAGNOSTIIKKA JA HOITO	7
2.1 Sepelvaltimoiden anatomia	7
2.2 Sepelvaltimotauti	8
2.3 Angiografia sepelvaltimotaudin diagnosoinnissa	8
2.4 Pallolaajennus sepelvaltimotaudin hoitomenetelmänä	10
3 SÄTEILYN KÄYTTÖ TOIMENPIDEKARDIOLOGISISSA TUTKIMUKSISSA	11
3.1 Säteilyn terveysvaikutukset	11
3.2 Säteilysuojelu ja sen peruseriaatteen	11
3.2.1 Säteilysuojeluun liittyvä lainsäädäntö, asetukset ja ohjeistukset	12
3.2.2 STUK vertailutasot ja niiden suuret	14
3.2.3 Kirjaamisen merkitys toimenpidekardiologisissa tutkimuksissa	16
3.3 Säteilyaltistuksen optimointi toimenpidekardiologiassa	17
3.3.1 Laitteistoon ja kuvaustekniikkaan liittyvät säteilysuojelulliset tekijät	18
3.3.2 Potilaaseen liittyvät säteilysuojelulliset merkittävät tekijät	19
3.3.3 Henkilöstön toimintaan liittyvät keskeiset säteilysuojelulliset tekijät	20
3.4 Toimintaympäristön kuvaus	21
4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS SEKÄ TUTKIMUSONGELMAT JA KEHITTÄMISTEHTÄVÄ	22
5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	23
5.1 Opinnäytetyön kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen osuus	23
5.2 Perusjoukko ja otos	23
5.3 Aineiston keruu, sen käsittely ja analysointi	25
5.4 Opinnäytetyön toiminnallinen osuus	26

6 OPINNÄYTETYÖN TULOKSET	28
6.1 Potilaan säteilyannokset ja läpivalaisuajat vuosina 2010-2013	28
6.2 Vuosien 2010-2013 potilasannokset ja läpivalaisuajat suhteessa vertailutasoihin	31
6.3 Toiminnallisen osan tuotos – tallennuspohjan luominen	32
7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	34
7.1 Opinnäytetyön tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	34
7.2 Kehitystehtäväehdotuksia	36
8 OPINNÄYTETYÖN LUOTETTAVUUDEN JA EETTISYYDEN ARVIOINTI	37
LÄHTEET	41

LIITTEET

- Liite 1. Tutkimuslupa
- Liite 2. Vuoden 2010 angiografioiden aineisto
- Liite 3. Vuoden 2010 pallolaajennusten aineisto
- Liite 4. Vuoden 2011 angiografioiden aineisto
- Liite 5. Vuoden 2011 pallolaajennusten aineisto
- Liite 6. Vuoden 2012 angiografioiden aineisto
- Liite 7. Vuoden 2012 pallolaajennusten aineisto
- Liite 8. Vuoden 2013 angiografioiden aineisto
- Liite 9. Vuoden 2013 pallolaajennusten aineisto
- Liite 10. Tallennuspohja angiografioille
- Liite 11. Tallennuspohja pallolaajennuksille

Taulukko 1. Sepelvaltimoiden varjoainekuvaukset vuosina 2010-2013	s.30
Taulukko 2. Pallolaajennustoimenpiteet vuosina 2010-2013	s.30
Taulukko 3. Sepelvaltimoiden varjoainekuvausten potilasannokset (Gy*cm ²) ja läpivalaisuajat (minuuttia) suhteessa Säteilyturvakeskuksen vertailutasoihin	s.31
Taulukko 4. Sepelvaltimoiden pallolaajennusten potilasannokset (Gy*cm ²) ja läpivalaisuajat (minuuttia) suhteessa Säteilyturvakeskuksen vertailutasoihin	s.32

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Satakunnan keskussairaalan sydänyksikössä tehtyjen sepelvaltimoiden varjoainekuvausten ja pallolaajennustoimenpiteiden läpivalaisuaikoja ja sädeannoksia. Aiheen idea lähti yhteistyöyksikön tarpeesta.

Aiheena säteilysuojelun kehittäminen on aina ajankohtainen. Erityistä säteilysuojelun kannalta ajateltuna kardiologisen yksikön toiminnassa on se, että radiologisia läpivalaisutoimenpiteitä ei suorita radiologi vaan kardiologi, ja hoitohenkilökunta koostuu pääasiassa sairaanhoitajista eikä röntgenhoitajista. Tällöin toimipaikkakohtaisella koulutuksella ja henkilökunnan asenteilla on suuri vaikutus säteilysuojelullisiin turvallisuustoimenpiteisiin ja työkäytäntöihin. (Heikkilä 2013, 8, 53-54.)

Opinnäytetyössä tarkastellaan sadan sepelvaltimoiden varjoainekuvauksen ja sadan pallolaajennustoimenpiteen otantaa vuositasolla neljän vuoden ajalta. Näitä otoksia verrataan Säteilyturvakeskuksen asettamiin vertailutasoihin. Vertailu tapahtuu taulukkolaskentaohjelman avulla luodulla tallennuspohjalla, joka tulee yksikön käyttöön jatkoseurannan toteutusta varten.

Opinnäytetyön aihe on työelämälähtöinen yksikön tarpeen myötä. Opinnäytetyön hyöty yhteistyöyksikölle on selkeä: yksikkö saa toteutuksen myötä liittää tekemänsä neljän vuoden arvojen seurannan dokumentin auditointiinsa ja jatkossa seuranta on helppo toteuttaa, kun otantamenetelmä ja tallennuspohja ovat valmiina käytettävissä. Opinnäytetyönä toteutetun seurannan myötä yksikkö saa peruskäsityksen tutkimusten ja toimenpiteiden sädeannoksista ja läpivalaisuaajoista vuositasolla 2010-2013 välisenä ajanjaksona. Lisäksi toteutuksen myötä aloitetun säännöllisen seurannan myötä yksikkö voi seurata arvojen suunnan kehitystä ja siten puuttua mahdollisiin epäkohtiin ja kehittää työtään.

2 SEPELVALTIMOTAUDIN DIAGNOSTIIKKA JA HOITO

2.1 Sepelvaltimoiden anatomia

Sepelvaltimo- eli koronaariverenkierron keskeisimpänä tehtävänä on huolehtia sydänlihaksen hapensaannista ja energia-aineenvaihdunnasta. Sepelvaltimot kiertävät sydämen ulkopinnalla rengasmaisesti. Sepelvaltimoiden päähaaroja on kaksi: vasen ja oikea sepelvaltimo. Sepelvaltimot ja niiden haarat ovat rakenteeltaan aina yksilöllisiä ja kahta täysin samanlaista sepelvaltimoiden anatomiaa ei löydy. (Ylitalo & Ikäheimonen 2008, 274; Sinisalo & Virtanen 2008, 292-293; Kettunen 2011, 31-33.)

Vasen sepelvaltimo haarautuu kahdeksi valtimohaaraksi: vasemman sepelvaltimon eteen laskevaksi haaraksi ja vasemman sepelvaltimon kiertäväksi haaraksi. Näistä suonista haarautuu edelleen sivuhaaroja, joita kutsutaan sijaintinsa mukaan diagonaali- tai septaalisuoniksi tai marginaalihaaroiksi. (Sinisalo & Virtanen 2008, 292-293; Kettunen 2011, 31-33.)

Vasen eteen laskeva haara kulkee sydämen etupinnalla ja kammioväliseinän päällä ulottuen sydämen kärkeen saakka, tehtävänään huolehtia vasemman kammion etuseinän sekä oikean kammion etuseinän ja kammioväliseinän verenkierrosta. Vasen kiertävä haara kulkee sydämen taakse vasemman eteisen ja kammion välisessä uurteessa eli sulkuksessa. Sen tehtävänä on huolehtia useimmiten vain vasemman kammion ulompaa sivuseinäämästä, joskus takaseinäämästä. Noin neljälläkymmenellä prosentilla ihmisistä kiertävä haara huolehtii myös sinus- ja eteiskammiosolmukkeiden ravitsemuksesta. (Sinisalo & Virtanen 2008, 292-293; Kettunen 2011, 31-33.)

Oikea sepelvaltimo kiertää oikean eteisen ja kammion välisessä sulkuksessa sydämen taakse oikealta. Oikea sepelvaltimo haarautuu kahteen haaraan, jotka suonittavat suuren osan oikean kammion etu- ja takaseinäimää ja osan vasemman kammion takaseinäimästä ja kammioväliseinäimästäkin. Noin kuudella-kymmenellä prosentilla ihmisistä oikea sepelvaltimo huolehtii sinus- ja eteis-

kammiosolmukkeeseen verenkierrasta. (Sinisalo & Virtanen 2008, 292-293; Kettunen 2011, 31-33.)

2.2 Sepelvaltimotauti

Sepelvaltimotauti on tärkeimpiä ja eniten hoitoa vaativia kansantautejamme. Sepelvaltimotauti johtuu sepelvaltimoiden ahtautumisesta, jonka syynä on valtimotauti eli ateroskleroosi. Ateroskleroosi on keskikokoisten ja suurten valtimoiden sisäkerroksen eli intiman sairaus, jonka keskeisin tapahtuma on LDL-kolesterolin kertyminen monimutkaisen tapahtumaketjun ja tiettyjen riskiä lisäävien tekijöiden myötä valtimon sisäkerrokseen. Yksinkertaistetusti valtimotauti syntyy, kun valtimoiden seinämiin kehittyy kovettumia ja niistä myöhemmin ahtaumia tai mahdollisesti repeämistä tukoksia. Sepelvaltimotauti on yksi ateroskleroosin ilmenemismuodoista. Tautia voi ilmetä myös aivoverisuonistossa ja alaraajojen valtimoissa aiheuttaen aivoverenkiertohäiriöitä ja alaraajojen iskemioireita. (Kovanen 2008, 299-300; Kettunen 2011, 248-249, 261.)

Sepelvaltimoiden ateroskleroottiset muutokset alkavat jo lapsuudessa kauan ennen mahdollista todettua sepelvaltimotautia. Ateroskleroosin vaikeusaste on kuitenkin se, mikä määrittää sairastuuko ihminen sepelvaltimotautiin vai ei. Tutkimuksissa on selvinnyt, että sepelvaltimotautiin sairastumiseen liittyy tiettyjä vaara- ja riskitekijöitä ateroskleroosin lisäksi. Erityisesti veren epäsuotuisien kolesterolipitoisuuksien, tupakoinnin, kohonneen verenpaineen ja diabeteksen on todettu olevan suorassa yhteydessä sepelvaltimotaudin riskiin ja ateroskleroosin kehittymiseen ja etenemiseen. (Kovanen 2008, 299-300, 306; Kettunen 2011, 249.)

2.3 Angiografia sepelvaltimotaudin diagnosoinnissa

Sepelvaltimotaudin diagnoosin asettamiseen riittävät valtaosalla potilaista huollellinen anamneesi ja kliininen tutkimus sekä kajoamattomien tutkimuksien, kuten rasituskokeen, isotooppiperfuusiotutkimuksen tai tietokonekuvauksen tulok-

set. Toisaalta ahtauttava sepelvaltimotauti voidaan poissulkea tai diagnosoida kiistattomasti ainoastaan sepelvaltimoiden varjoainekuvauksella. Tämä kajoava diagnoosimenetelmä on luotettavin mutta sen komplikaatioiden mahdollisuus ja saatavuus vähentävät menetelmän käyttöä. Sepelvaltimoiden varjoainekuvauksista käytetään diagnostisena menetelmänä silloin, kun taudin oletetaan vaativan kajoavia toimenpiteitä tai diagnoosiin ei päästä muilla kajoamattomilla menetelmillä. (Kettunen & Airaksinen 2008, 339-349.)

Sepelvaltimoiden varjoainekuvauksella eli angiografialla selvitetään siis sepelvaltimoiden anatomiaa ja ahtauttavan sepelvaltimotaudin olemassaoloa ja vaikeusastetta. Diagnostinen tutkimus vaatii suunnittelua ja potilaan esivalmisteluja kuten veriarvojen, lääkityksen ja mahdollisten allergioiden tarkistusta. Diagnostiset varjoainekuvaukset tehdään yleensä oikean rannevaltimon tai nivusvaltimon kautta mutta myös muut reitit ovat mahdollisia. Punktiokohdasta riippuen valitaan oikeat työvälineet, mutta perusperiaate kuvauksissa on sama punktiopaikasta riippumatta. Punktiokohta paikallisuudutetaan. Valtimeen pistetään punktioneuula, jonka avulla suoneen saadaan uitettua vaijeri, jota myöden saadaan asetettua valtimeen sisäänviejäholkki. Holkki pysyy paikoillaan koko kuvauksen ajan. Holkin kautta saadaan vaihdettua kuvauskatetreja tarpeen mukaan, vasenta ja oikeaa sepelvaltimoa varten on omat muotoillut katetrinsa. Katetrien kautta ruiskutetaan riittävä määrä varjoainetta ja suonet kuvataan useasta eri suunnasta anatomian selvittämiseksi. Tutkimuksen päätyttyä holkki poistetaan. Punktiokohdan komprimointiaika ja tapa sekä potilaan vuodelepoaika määräytyvät punktiokohdan sijainnin mukaan. Tutkimuksesta johtuvat vakavat komplikaatiot ovat suhteellisen harvinaisia, mutta mahdollisia. Ei-toivottuja seurauksia ovat esimerkiksi punktiokohdan verenvuoto, sydämen rytmihäiriöt tai katetrien aiheuttamat ongelmat kuten suonien seinämän repeämä tai sydänlihaksen vaurio. Sepelvaltimoiden varjoainekuvauksella saadaan selville suonien varjoainetäytteinen ääriiviiva, mutta itse suonien seinämää ei päästä tarkastelemaan ilman erillisiä lisätoimenpiteitä kuten sepelvaltimon sisäistä kaikututkimusta. (Ylitalo & Ikäheimo 2008, 269, 273, 277, 279-280; Yli-Mäyry 2011, 63-66.)

2.4 Pallolaajennus sepelvaltimotaudin hoitomenetelmänä

Sepelvaltimotaudin hoidon perustana on ensisijaisesti konservatiivinen hoito eli elintapojen korjaaminen, riskitekijöiden hallinta ja lääkehoito, jolla pyritään oireiden hallintaan ja taudin ennusteen parantamiseen. Veren korkean kolesterolitason, korkean verenpaineen ja tupakoinnin on todettu olevan sepelvaltimotaudin kolme päävaaratekijää, joten näiden riskitekijöiden hallinta onkin avainasemassa taudin hoidossa. Yleiset terveelliset elämäntavat kuten liikunta, terveellinen ruokavalio ja painonhallinta kuuluvat myös olennaisena osana taudin hoitoon. Lääkehoito on tärkeä osa sepelvaltimotautipotilaan hoitoa. Lääkehoidon tarkoituksena on oireiden hallinta, potilaan suorituskyvyn ja elämänlaadun parantaminen sekä taudin ennusteen parantaminen. (Kivelä 2011, 286; Reunanen 2008, 331-336; Airaksinen 2008, 350.)

Kajoavat hoitomenetelmät, kuten sepelvaltimoiden pallolaajennus tai ohitusleikkaus, tulevat kysymykseen silloin, kun sepelvaltimotaudin oireet eivät pysy hallinnassa edellä mainituin keinoin tai taudin tilanne muuttuu epävakaa. Sepelvaltimoiden tila selvitetään ensin sepelvaltimoiden varjoainekuvauksen avulla ja tutkimuksen perusteella arvioidaan, soveltuuko ahtauma pallolaajennuksella hoidettavaksi vai tarvitaanko ohitusleikkaus. Mikäli ahtauma voidaan hoitaa pallolaajennuksella, voidaan pallolaajennustoimenpide tehdä yleensä kuvauksen yhteydessä saman tien. Kuvauskatetrit vaihdetaan pallolaajennustoimenpidevälineisiin. Yksinkertaistetusti ahtauma laajennetaan pallokatetrilla ja useimmiten laajennettuun kohtaan asetetaan stentti eli metalliverkkoputki, joka pienentää uudelleen ahtautumisen riskiä huomattavasti. Pallolaajennustoimenpiteeseen liittyvät samat riskit kuin sepelvaltimoiden varjoainekuvaukseen ja mihin tansa kajoavaan toimenpiteeseen. Pallolaajennustoimenpiteen etuna on kuitenkin se, että sen riskit ovat huomattavasti pienemmät kuin leikkaustoimenpiteissä. (Kivelä 2011, 286-293; Ylitalo, Niemelä & Heikkilä 2008, 374-379; Airaksinen 2008, 350.)

3 SÄTEILYN KÄYTTÖ TOIMENPIDEKARDIOLOGISISSA TUTKIMUKSISSA

3.1 Säteilyn terveysvaikutukset

Säteilyn terveysvaikutukset perustuvat siihen, että röntgentutkimuksissa ja toimenpiteissä käytetyllä ionisoivalla säteilyllä on niin suuri energia, että ne voivat rikkoa solun perimäkoodia kantavan DNA-ketjun. Vaurio DNA:ssa voi aiheuttaa perimän vaurioitumisen, solun kuoleman tai sen muuntumisen syövän esias- teeksi. Vaurio voi myös korjaantua ja solun toiminta voi jatkua normaalisti. Syn- tyvien vaurioiden vakavuus riippuu siitä, kuinka hyvin solut pystyvät niitä kor- jaamaan. (Mustonen & Salo 2002, 31; Paile 2002, 45-46.)

Säteilyn suorat terveysvaikutukset johtuvat suurien ja nopeiden säteilyannoksi- en aiheuttamasta laajasta solutuhosta. Suorat terveysvaikutukset ovat varmoja haittavaikutuksia ja ne voidaan yhdistää tiettyyn altistukseen. Suorat terveysvai- kutukset kohdistuvat jatkuvasti uusiutuviin kudoksiin kuten ihoon, limakalvoihin ja luuytimeen. Säteilyn suoria haittavaikutuksia ovat terveydenhuollossa lähinnä ihoreaktiot ja palovammat ja nekin ovat suhteellisen harvinaisia ja liittyvät useimmiten sädehoitoon. Maailmalla myös toimenpideradiologian piirissä on todettu säteilystä aiheutuneita palovammoja. (Paile 2002, 45-46, 58-59.)

Satunnaiset vaikutukset ovat tilastollisia haittavaikutuksia, jotka voivat saada alkunsa periaatteessa miten pienestä altistuksesta tahansa. Satunnaisiksi ter- veysvaikutuksiksi luokitellaan syöpä ja perinnöllinen haitta, jotka syntyvät siis perimämuutoksesta yhdessä ainoassa solussa. (Paile 2002, 45-46.)

3.2 Säteilysuojelu ja sen perusperiaatteet

Säteilysuojelun tavoitteena on ennaltaehkäistä säteilyn terveyshaittojen synty- minen. Perusajatuksena on, että kaikissa tilanteissa tulee torjua säteilyn suorat

haitat ja säteilyn satunnaishaitat, syöpä ja perinnölliset haitat, pyritään rajoittamaan mahdollisimman vähäisiksi.

Säteilysuojelun peruseriaatteet ovat oikeutusperiaate, optimointiperiaate ja yksilönsuojaperiaate. Oikeutusperiaatteella tarkoitetaan sitä, että säteilyaltistusta aiheuttavalla toiminnalla saavutettavan hyödyn on oltava suurempi kuin siitä aiheutuvan haitan. Tarpeetonta säteilyaltistusta ei tule hyväksyä missään tilanteessa ja silloinkin, kun säteilyaltistus on katsottu tarpeelliseksi, on hyöty-haittasuhde arvioitava tarkkaan. Käytännön säteilyturvallisuustyössä keskeistä on toimia aina optimointiperiaatteen eli ALARA-periaatteen (*as low as reasonably achievable-periaate*) mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että säteilyaltistus on aina rajoitettava niin pieneksi kuin käytännössä on mahdollista. Toimenpide tulee siis toteuttaa siten, että siitä potilaalle aiheutuva säteilyaltistus on määrältään sellainen, joka on tutkimuksen ja hoidon kannalta ainoastaan välttämätön. Yksilönsuojaperiaatteen mukaan säteilyaltistusta aiheuttava toiminta on toteutettava siten, että säteilylle altistuvan henkilön, työntekijän tai väestön, altistus ei ylitä säädettyjä annosrajoja. Tosin annosrajoja ei sovelleta tilanteessa, jossa tutkittava tai hoidettava henkilö altistetaan tarkoituksellisesti säteilylle, kuten röntgen-tutkimuksissa, -toimenpiteissä tai sädehoidossa. Näissä tilanteissa säteilylle altistavan toimenpiteen määräävä lääkäri vastaa siitä, että toimenpide on lääketieteellisesti oikeutettu ja siten säteilysuojelulliset toimenpiteet ovat hyväksytyllä tasolla. (Säteilylaki 592/1991; Säteilyasetus 1512/1991.)

3.2.1 Säteilysuojeluun liittyvä lainsäädäntö, asetukset ja ohjeistukset

Säteilylainsäädäntö uudistettiin 90-luvun alussa. Säteilylaki (592/1991) on säteilyturvallisuutta koskeva yleislaki, jossa säädetään kaikenlaisen säteilyä aiheuttavan toiminnan hyväksyttävyyden arviointiperusteista. Lisäksi siinä säädetään toiminnan harjoittajalle kuuluvasta vastuusta ja velvoitteista turvallisuuden toteuttamiseksi sekä turvallisuuden valvonnan järjestämisestä. Säteilylain keskeimpänä tarkoituksena on estää ja rajoittaa säteilystä aiheutuvia terveydellisiä ja muita haittavaikutuksia. Säteilylaki koskee kaikkea säteilyn käyttöä ja muita toi-

mintoja, joista aiheutuu tai saattaa aiheutua ihmisen terveydelle haitallista altistumista säteilylle. Säteilylain mukaan toiminnan harjoittaja on velvollinen huolehtimaan toiminnan järjestämisestä siten, että toiminta täyttää kaikki laissa säädetyt vaatimukset. Laki ottaa kantaa myös toiminnan laatuun, sen parantamiseen, kliiniseen auditointiin, toiminnan turvallisuuteen ja säteilyn kanssa tekemisissä olevien henkilöiden tarpeelliseen asiantuntemukseen. (Säteilylaki 592/1991.)

Säteilyasetus ja sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä tukevat ja tarkentavat säteilylakia. Ne käsittelevät tarkemmin muun muassa henkilökunnan ja väestön sädealtistukseen liittyviä asioita kuten oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaatteita ja henkilöstön annosrajoja. Potilaan toimenpideradiologisissa ja -kardiologisissa tutkimuksissa ja toimenpiteissä saamien annosten kirjaaminen ja seuraaminen on lakisääteistä. Asetuksessa tarkennetaan myös kliinisen auditoinnin merkitystä ja suoritustapaa. (STM 2000; Säteilyasetus 1512/1991.)

Säteilyn käyttöön liittyvien lainsäädännön ja asetusten lisäksi Säteilyturvakeskus antaa sille lainsäädännössä annettujen oikeuksien perusteella toiminnan harjoittajia velvoittavia päätöksiä koskien säteilytoimintaa ja -turvallisuutta (STUK 2013).

Säteilylaki ei varsinaisesti velvoita, mutta suosittelee toiminnan harjoittajan suorittamaan kliinisen auditoinnin viiden vuoden välein. Kliinisessä auditoinnissa läpikäydään ja arvioidaan tutkimus- ja hoitokäytäntöjä, toteutuneita säteilyaltistuksia sekä saavutettuja tutkimus- ja hoitotuloksia. Kliinisen auditoinnin tavoitteena on tunnistaa olemassa olevan käytännön mahdolliset puutteet ja epäkohdat sekä esittää näille puutteille korjaus- ja kehittämis ehdotuksia. Auditoinnin perustehtävänä on siis taata edellytykset oikeutus- ja optimointiperiaatteiden mukaiselle työn toteuttamiselle niin, että lääketieteellisestä säteilyn käytöstä ei aiheutuisi perustelematonta säteilyaltistusta tutkittaville ja hoidettaville henkilöille. (STM 2000; Säteilyasetus 1512/1991; Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä 2007.)

3.2.2 STUK vertailutasot ja niiden suureet

”Vertailutasolla tarkoitetaan etukäteen määritellyä röntgentutkimuksen säteilyannostasoa, jonka ei oleteta ylittyvän normaalikokoiselle potilaalle hyvän käytännön mukaan tehdyssä toimenpiteessä” (STUK 2005).

Potilaan säteilyaltistuksen seurannan voidaan katsoa olevan osa toiminnanharjoittajan velvollisuuksiin kuuluvaa laadunvarmistusta. Säteilysuojelun optimoinnissa käytetään taudinmääritykseen ja toimenpiteisiin liittyen potilaan säteilyaltistuksen vertailutasoja. Huomioitava on että yksittäisen potilaan annokseen ei annosrajoituksia käytetä, eikä vertailutasoja sovelleta myöskään sädehoidon toteutuksessa. Vertailutasojen tarkoituksena on pitää potilasannokset hallinnassa yleisellä tasolla katsasteltuna ja lääketieteellisen tarkoituksensa mukaisina. Niiden avulla ilmaistaan, onko tavanomainen potilaan saama sädeannos tietystä toimenpiteessä epätavallisen suuri tai pieni. Jos näin on, toimijan tulee selvittää, ovatko säteilysuojeluun liittyvät toiminnot ja laitteisto kunnossa vai edellyttääkö tilanne lisäselvityksiä tai toimia. Erityisesti toimenpidekardiologiassa vertailutasojen käytössä on otettava huomioon, että tutkimukset ja toimenpiteet voivat olla hyvin erilaisia riippuen enemmänkin niiden vaikeusasteesta kuin työtavasta tai laitteistosta. Tämän vuoksi vertailua tehtäessä tulee käyttää useiden potilaiden annosten keskiarvoa ja säteilyaltistuksen ohella on tarpeen tarkastella myös läpivalaisuaikojen keskiarvoa. Vertailutasot tulee esittää helposti mitattavina potilasannokseen verrannollisilla suureilla. (Mustonen, Sjöblom, Bly, Havukainen, Ikäheimonen, Kosunen, Markkanen & Paile 2007, 62-63; STUK 2004; STUK 2005.)

Läpivalaisututkimuksissa potilaan saamaa säteilyannosta kuvataan useimmiten läpivalaisuajalla sekä annoksen ja pinta-alan tulolla eli DAP-arvolla. Kardiologisille tutkimuksille (sepelvaltimoiden varjoainekuvaukset ja pallolaajennustoimenpiteet) Säteilyturvakeskus (STUK) antoi päätöksen vertailutasoista vuonna 2005. Sepelvaltimoiden varjoainekuvaukselle on annettu säteilyannoksen (DAP) vertailutasoksi $60 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja läpivalaisuajan vertailutasoksi kahdeksan minuuttia. Pallolaajennustoimenpiteille säteilyannoksen (DAP) vertailutasoksi on mää-

ritelty 100 Gy * cm² ja läpivalaisuajaksi kaksikymmentä minuuttia. (STUK 2005.)

Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) mitataan röntgenputken päähän kiinnitetyllä mittarilla. DAP-arvoa voidaan seurata reaaliaikaisesti tutkimushuoneen näytöistä jo tutkimuksen aikana. Niin natiiviröntgentutkimusten kuin läpivalaisuutkimusten ja radiologisten toimenpiteiden potilasannosseurantaan käytetään DAP:ta, joka kuvaa yhtäläillä dynaamisen läpivalaisuassa suoritettua röntgentutkimuksen tai radiologisen toimenpiteen kuin yksiprojektioisen natiivitutkimuksen potilaalle aiheuttamaa kokonaissäteilyaltistusta. (Toivonen, Miettinen & Servomaa 2000, 101.)

Läpivalaisu aika yksinään ei kuvaa koko läpivalaisuutkimuksen tai -toimenpiteen läpivalaisuun käytöstä syntyneitä potilaan saamaa säteilyannosta, sillä se ei kata mahdollisesta läpivalaisuutkimuksen aikaisesta röntgenkuvauksesta johtuvaa suuremman annosnopeuden aiheuttamaa lisäsäteilyannosta (Chambers, Fetterly, Holzer, Lin, Blankenship, Balter & Laskey 2011, 547).

Useissa tutkimuksissa on todettu potilaan säteilyannoksen (DAP) ja läpivalaisuajan korreloivan keskenään. Parviaisen 2008 vuonna valmistunut pro gradu tutkielma käsitteli henkilökunnan säteilyannoksia kardiologisissa röntgentutkimuksissa ja toimenpiteissä. Tutkielman tulokset todensivat potilaan annoksen ja läpivalaisuajan välillä olevan kohtuullisen voimakas riippuvuus korrelaatioker-toimen mukaan. Potilaiden keskimääräiset säteilyannokset ja läpivalaisuajat alittivat niille asetetut vertailutasot. Tutkielmassa havaittiin myös korrelaatiota potilaan ja henkilökunnan säteilyannoksissa. (Parviainen 2008, 70, 76). Myös Saukon 2013 pro gradu tutkielmassa ERCP-läpivalaisuutkimuksista todettiin potilaan säteilyannoksen (DAP) ja läpivalaisuajan välillä voimakas positiivinen lineaarinen riippuvuus ja korrelaatio (Saukko 2013, 38). Tutkielmassa todettiin myös tutkimuksen tai toimenpiteen vaikeustasolla olevan vaikutusta läpivalaisu-aikaan. Diagnostiset tutkimukset ovat usein helpompia ja nopeampia kuin monimutkaisia toimenpiteitä ja tällä on välitön vaikutus läpivalaisu aikaan. Myös läpivalaisu aikojen suuri vaihtelu kertoo läpivalaisuutkimusten ja toimenpiteiden vaativuudesta. (Saukko 2013, 59-60.) Kansainvälisetkin tutkimukset osoittavat

läpivalaisuajan ja säteilyannoksen välillä olevan merkitsevä yhteys (Butter, Schau, Meyhoefer, Neumann, Minden & Engelhardt 2010, 1008).

3.2.3 Kirjaamisen merkitys toimenpidekardiologisissa tutkimuksissa

Potilasasiakirjoilla tarkoitetaan kaikkia potilaan hoidon järjestämisessä ja toteutamisessa käytettäviä asiakirjoja sekä teknisiä tallenteita, jotka sisältävät potilaan henkilökohtaisia tai terveydentilaa koskevia tietoja. Asianmukainen kirjaaminen niin potilasasiakirjoihin kuin muihinkin dokumentteihin on tärkeää sekä potilaan hoidon turvallisuuden, että potilaan hoitoon osallistuneen henkilökunnan oikeusturvan kannalta (Valvira 2013).

Potilasasiakirjoista ja niihin liittyvistä merkinnöistä säättävät laki potilaan asemasta ja oikeuksista sekä sosiaali- ja terveysministeriön asetus potilasasiakirjoista. Näiden mukaan kaikkiin potilaaseen liittyviin asiakirjoihin, kuten potilaskertomukseen ja muihin potilaan tutkimuksia ja hoitoa koskeviin tietoihin, tulee merkitä potilaan hyvän hoidon järjestämisen, suunnittelun, toteuttamisen ja seurannan turvaamiseksi tarpeelliset sekä laajuudeltaan riittävät tiedot. (Laki potilaan asemasta ja oikeuksista 1992/785; STM asetus 298/2009.)

Potilaskertomukseen tulee merkitä tiedot kaikista potilaan hoitoon ja tutkimuksiin liittyvistä tapahtumista. Potilaan hoidon ja tutkimuksen kulkua koskevista tiedoista tulee kirjata muun muassa hoidon suunnittelun, toteutuksen ja seurannan kannalta oleelliset ja tarpeeksi laajat tiedot. Potilasasiakirjoihin tehtävistä merkinnöistä tulee selvittää perusteet potilaan valituille tutkimus- ja hoitoratkaisuille. Lisäksi potilasasiakirjojen merkinnöistä tulee selvittää miten potilaan hoito on toteutettu ja liittyykö hoitoon jotain erityistä. Potilasasiakirjojen merkinnöistä tulee pystyä selvittämään hoitoon osallistuneet henkilöt. Potilasasiakirjamerkinnät tulee myös aina tehdä viivytyksettä ja kaikkien merkintöjen tulee olla selkeitä ja ymmärrettäviä. Huomioitava on lisäksi se, että merkinnöissä tulee käyttää ainoastaan yleisesti tunnettuja ja hyväksyttyjä käsitteitä ja lyhenteitä. (Laki potilaan asemasta ja oikeuksista 1992/785; STM asetus 298/2009.)

Potilaalle tehtävistä röntgentutkimuksista on aina tehtävä asianmukaiset merkinnät potilasasiakirjoihin. Tällaisia tietoja ovat muun muassa läpivalaisututkimuksista ja -toimenpiteistä aiheutunut säteilyaltistus, joka voidaan esittää esimerkiksi sädeannoksen ja pinta-alan tulona (DAP). Mikäli röntgentutkimuksen suorittamistapa poikkeaa tutkimusohjeisiin kirjatusta käytännöstä siten, että sillä on merkitystä potilaan säteilyaltistuksen kannalta, tulee myös se merkitä potilasasiakirjoihin. (STUK 2006.)

Potilasasiakirjoihin kirjaamisen lisäksi toimenpideradiologisessa yksikössä tulee pitää kirjaa myös laitteiden toimintakunnosta ja suoritusominaisuuksien valvontaan kuuluvista tarkastuksista ja mittauksista. Näistä asiakirjoista tulee ilmetä tarkastusten ja mittausten suorittaminen ja suorittaja sekä tulokset. Mikäli laitteessa ilmenee käytön aikana laitevikoja, toimintahäiriöitä tai muita tapahtumia, jotka ovat haitanneet laitteen käyttöä tai vaarantaneet turvallisuutta, tulee kirjaukset tehdä asianmukaisesti. Kaikki laitteistoon liittyvät dokumentit on säilytettävä ainakin laitteen koko käyttöajan. (STUK 2006.)

3.3 Säteilyaltistuksen optimointi toimenpidekardiologiassa

Röntgensäteilyn käyttö on välttämätöntä kajoavissa sydäntutkimuksissa. Kun halutaan kuvata elimistön reaaliaikaista toimintaa tai prosessia, tarvitaan kuvantamismenetelmänä läpivalaisutekniikkaa. Sydäntutkimuksissa käytettävä läpivalaisulaitteisto on nykyään useimmiten helposti liikuteltava ja kuvaussuunnaltaan vaihdeltava C-kaarijärjestelmä, jossa laitteen toisessa päässä on röntgensäteilyn lähteenä röntgenputki ja toisessa päässä pääsääntöisesti detektori tai vaihtoehtoisesti vanhemmissa laitteissa kuvanvahvistin. Läpivalaisutekniikan avulla reaaliaikainen kuva nähdään monitorista. (Davros 2007, 45-54; Ylitalo & Ikäheimo 2008, 267; Hirshfeld ym. 2004, 259-282; Mahesh 2001, 1033-1044.)

Säteilyn potilaalle ja henkilökunnalle aiheuttamien mahdollisten terveyshaittojen vuoksi säteilysuojelulliset toimenpiteet ovat ensiarvoisen tärkeitä juuri läpivalaisututkimuksissa, sillä näihin tutkimuksiin on todettu liittyvän korkeita potilasannoksia (IRCP 2011, 56)

Läpivalaisututkimuksesta tai -toimenpiteestä aiheutuneeseen potilasannokseen vaikuttavat useat eri tekijät. Osa näistä tekijöistä liittyy potilaaseen, osa käytössä olevaan laitteistoon ja osa henkilökunnan toimintaan. (IRCP 2011, 7-8.)

3.3.1 Laitteistoon ja kuvaustekniikkaan liittyvät säteilysuojelliset tekijät

Potilaan saamaan säteilyannokseen vaikuttavat muun muassa käytettävät laitteet, välineet ja tutkimustekniikka. Nykyaikaisten läpivalaisulaitteiden ominaisuuksilla voidaan potilaan saamaa säteilyannosta ja säteilystä aiheutuvia mahdollisia haittavaikutuksia pienentää merkittävästi. Siten myös laitteiston iällä on merkitystä säteilysuojellisesti. Toimenpideradiologiassa käytettävissä läpivalaisulaitteissa on monia toimintoja ja säätömahdollisuuksia, sekä niiden erilaisia käyttötapoja. Näitä ominaisuuksia hyödyntämällä voidaan vaikuttaa sekä kuvan laatuun että potilaan ja henkilökunnan säteilyaltistukseen. (Chambers, ym. 2011, 551; Davros 2007, 45-54).

Kuvaustilan ja säteilytstekniikan valinnalla voidaan vaikuttaa suoraan potilaan saamaan säteilyannokseen. Esimerkiksi pulssatulla eli tietyin erikseen määriteltävin aikavälein säteilyttävällä läpivalaisutekniikalla on todettu olevan potilasannosta vähentävä vaikutus verrattuna jatkuvaan läpivalaisuun. Pulssatulla läpivalaisulla läpivalaisuaika jää pienemmäksi kuvanlaadun pysyessä toivotulla tasolla. Myös viimeisen läpivalaisukuvan näyttötoiminto vähentää säteilytyksen käyttöä, viimeisin läpivalaisukuva voidaan pysäyttää monitorille tarkasteltavaksi ilman jatkuvaa säteilytystä. (Chambers, ym. 2011; Davros 2007, 45-54; Hirshfeld ym. 2004, 259-282; Mahesh 2001, 1033-1044.)

Tietyillä röntgentutkimusten perusasioilla on merkitystä potilaan saamaan säteilyannokseen myös läpivalaisututkimusten suhteen. Kuvausparametreja säätämällä voidaan vähentää potilaan annosta. Läpivalaisulaitteiston annosnopeusautomaatti säätää säteilylähteen jännitettä ja virtaa reaaliaikaisesti tutkimuksen aikana. Annosnopeutta alentamalla voidaan potilaan säteilyannokseen vaikuttaa alentavasti. Kuvausalueen rajauksella vähennetään tutkimuksen tai toimenpiteen kannalta ylimääräistä sironnutta säteilyä. Suodatuksella voidaan

pienentää potilaan saamaa säteilyannosta kun tutkimuksen tai toimenpiteen onnistumisen kannalta merkityksettömän pehmeän säteilyn määrä vähenee. Hajasäteilyä saadaan vähennettyä hilan avulla. (Chambers, ym. 2011; Davros 2007, 45-54; Heikkilä 2013, 45; Hirshfeld ym. 2004, 259-282; Mahesh 2001, 1033-1044.)

Säteilyn lähteen sijainnilla on suuri merkitys sekä potilaan että henkilökunnan saamaan säteilyaltistukseen. Optimaalisessa tilanteessa röntgenputki sijaitsee mahdollisimman kaukana potilaasta ja detektori vastaavasti mahdollisimman lähellä potilasta, jolloin potilaan saama sädeannos on pienempi ja myös henkilökunnan altistuminen potilaasta sironneelle säteilylle on vähäisempää. Mikäli röntgenputken ja potilaan välinen etäisyys pienenee, kasvaa potilaan saama sädeannos. Detektorin ja potilaan välisen etäisyyden kasvattamisella saadaan luotua läpivalaisukuvan elektroninen suurennos, mutta tämä lisää myös potilaan sädeannosta ja siksi sen käyttöä tulisi rajoittaa. Kuvaussuunnalla voidaan vaikuttaa potilaalle säteilystä aiheutuviin mahdollisiin haittavaikutuksiin vähentävästi siten, että kuvaussuuntaa vaihdellaan tutkimuksen tai toimenpiteen aikana, jolloin säteilyrasitus jakaantuu laajemmalle ihoalueelle. (Chambers, ym. 2011, 551; Davros 2007, 45-54; Ylitalo & Ikäheimo 2008, 267; Hirshfeld ym. 2004, 259-282; Mahesh 2001, 1033-1044.)

3.3.2 Potilaaseen liittyvät säteilysuojelulliset merkittävät tekijät

Potilaaseen liittyviä säteilysuojelullisesti merkittäviä tekijöitä, joita tulee ottaa huomioon, ovat muun muassa potilaan aikaisempi sairaushistoria sekä potilaan fyysinen koko ja yksilöllinen anatomia. Potilaan aikaisemmat säteilyaltistukset tulee huomioida ennen läpivalaisututkimusta, erityisesti mikäli edellisestä altistuksesta on lyhyt aika. Lyhyen aikavälin sisällä tehdyt saman alueen läpivalaisututkimukset ja -toimenpiteet altistavat säteilyn haittavaikutuksille, kuten ihovaurioille. (IRCP 2011, 21, 56-57.)

Ylipaino vaikuttaa usein merkittävästi potilaan säteilyannokseen, sillä ylipaino ja potilaan suuri koko vaikuttavat säteilyn läpäisevyyteen ja siten kasvattavat osal-

taan saatavan säteilyn määrää. Samoin potilaan fyysinen koko voi vaikuttaa säteilyn lähteen ja potilaan sekä detektorin ja potilaan välisiin etäisyyksiin ja siten mahdollisesti vaikuttaa epäedullisesti säteilyannokseen. (IRCP 2011, 56-57.)

Toimenpiteiden vaikeustaso, johtuen potilaan yksilöllisestä anatomiasta, voinnista ja mahdollisesta komplisoituneesta tilanteesta, saattaa vaihdella potilas-kohtaisesti vaikuttaen siten läpivalaisutekniikalla suoritettavan toimenpiteen kestoon sekä potilaan ja henkilökunnan säteilyannokseen (STUK 2005).

3.3.3 Henkilöstön toimintaan liittyvät keskeiset säteilysuojelulliset tekijät

Säteilysuojelun optimaalisen toteutumisen kannalta varsinaisen kuvantamisyksikön ulkopuolella tapahtuvassa toiminnassa on otettava huomioon tiettyjä henkilöstörakenteeseen liittyviä erityispiirteitä. Usein kuvantamisen ulkopuolisissa yksiköissä radiologisia läpivalaisutoimenpiteitä suorittaa radiologin sijaan esimerkiksi kardiologi tai kirurgi ja hoitohenkilökunta koostuu pääosin muista kuin röntgenhoitajista. (Heikkilä 2013, 8, 54.)

Säteilyn käytön minimoiminen on tärkeää ja se on osaltaan toimenpidettä suoritettavan lääkärin vastuulla, mutta osaltaan myös koko yksikön tehtävä. Säteilyn käytön minimoimiseksi läpivalaisututkimuksissa tulee toimenpidettä suorittavan henkilökunnan ottaa toiminnassaan huomioon seuraavat kuvantamiseen liittyvät perusasiat: ajan, etäisyyden ja suojauksen merkitys potilaan ja erityisesti myös henkilökunnan säteilyaltistukseen. Henkilökunnan toimilla on suuri vaikutus potilaan saamaan annokseen, sillä toimenpidettä suorittava lääkäri vastaa toiminnallaan läpivalaisuaajasta, laitteiston etäisyydestä potilaaseen ja henkilökuntaan, sekä omasta henkilökohtaisesta suojauksestaan. Siksi henkilökunnan aktiivisella ajantasaisella säteilysuojelu- ja laitteistokoulutuksella, säteilysuojelun huomioon ottavilla asenteilla ja kokemuksella on selkeä vaikutus sekä potilaan että henkilökunnan oman säteilysuojelun kannalta olennaisten asioiden optimaaliseen toteutumiseen. (IRCP 2011, 59; Davros 2007, 45-54; Ylitalo & Ikäheimo 2008, 267; Hirshfeld ym. 2004, 259-227; Mahesh 2001, 1033-1044.)

3.4 Toimintaympäristön kuvaus

Suomen kardiologisen seuran vuonna 2011 teettämään kyselyyn perustuen on vuonna 2010 Suomessa tehty arviolta 24000 sepelvaltimoiden varjoainekuvausta ja 9000 pallolaajennustoimenpidettä. Tutkimuksen mukaan lähes puolet varjoainekuvauksista ja pallolaajennuksista tehtiin keskussairaaloissa. (Mustonen, Kettunen, Kupari, Mäkikallio, Ylitalo & Raatikainen 2012).

Satakunnan keskussairaalan sydänyksikkö on perustettu vuonna 1998. Sydänyksikön toiminta kattaa sydänpotilaiden hoidon aina akuuteista toimenpiteistä ja valvontaosastosta polikliiniseen jatkoseurantaan. Sydänyksikkö toimii Satakunnan keskussairaalassa vuonna 2010 valmistuneissa heille suunnitelluissa tiloissa päivystyksen välittömässä läheisyydessä. Laitteistona yksikön molemmissa sydäntoimenpidesaleissa on Philipsin Allura Xper FD 10 Rel 7.2.4 läpivalaisulaitteisto, jotka ovat hankittu yksikköön vuonna 2010 ja edustavat alansa huipputekniikkaa.

Vuonna 2010 Satakunnan keskussairaalan sydänyksikössä tehtiin 1241 sepelvaltimoiden varjoainekuvausta eli angiografiaa ja 512 sepelvaltimoiden pallolaajennustoimenpidettä. Vuonna 2011 angiografioita tehtiin 1308 ja pallolaajennuksia 513. Vuonna 2012 angiografioita tehtiin 1228 ja pallolaajennustoimenpiteitä 514. Vuoden 2013 toimenpiteiden kokonaismäärä ei ole vielä saatavilla, mutta tutkimus- ja toimenpidemäärien suuntaus on pysynyt viime vuosina samana.

Toimenpidekardiologeja yksikössä on tällä hetkellä neljä. Moniammatillinen hoitohenkilöstö koostuu pääosin sairaanhoitajista sekä kahdesta röntgenhoitajasta.

Satakunnan keskussairaalan sydänyksikössä kirjataan jokaisesta potilaasta toimenpidekohtaiset tiedot. Itse tutkimuksen tai toimenpiteen kulku ja potilaan hoitoon liittyvät oleelliset merkinnät kirjataan erilliselle potilaskohtaiselle lomakkeelle, joka on kehitetty nimenomaan yksikön käyttöön. Säteilysuojellisesti merkittävät toimenpidekohtaiset tiedot, eli säteilyannos (DAP) ja läpivalaisuaika kirjataan ylös ja tiedot siirretään toimenpidetietojen lisäksi yksikössä käytössä olevaan Sydänrekisteriin. (Satakunnan keskussairaalan sydänyksikkö 2013.)

4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS SEKÄ TUTKIMUSONGELMAT JA KEHITTÄMISTEHTÄVÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Säteilyturvakeskuksen antaman Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot kardiologisessa radiologiassa -päätöksen mukaisesti Satakunnan keskussairaalan viime vuosien tilanne. Opinnäytetyössä tarkastellaan Satakunnan keskussairaalan sydänyksikössä vuosina 2010 - 2013 tehtyjen sadan peräkkäisen sepelvaltimoiden varjoainekuvauksen vuosittaisen otoksen ja sadan peräkkäisen pallolaajennustoimenpiteen vuosittaisen otoksen säteilyannoksien ja läpivalaisuaikojen suhdetta Säteilyturvakeskuksen (STUK) asettamiin vertailutasoihin. Tavoitteena on tuottaa tietoa, jota Satakunnan keskussairaalan sydänyksikkö voi hyödyntää säteilysuojelun optimointiin liittyvien osa-alueiden kehittämiseen kuten toimintatapojen ja laitteiston laadunvalvontaan sekä henkilökunnan koulutukseen. Kehittämistehtävänä on lisäksi tuottaa toimiva dokumentointipohja yhteistyökumppanille tulevien vuosien seurantaan ajatellen.

Opinnäytetyön tutkimusongelmat:

1. Minkälaisia säteilyannoksia ja läpivalaisuaikoja Satakunnan keskussairaalan sydänyksikön angiografiatutkimuksissa ja pallolaajennustoimenpiteissä on ollut vuosina 2010-2013?
2. Miten Satakunnan keskussairaalan sydänyksikön vuosien 2010-2013 potilaiden säteilyannokset ja läpivalaisuajat ovat suhteessa Säteilyturvakeskuksen asettamiin vertailutasoihin nähden?

Kehittämistehtävä:

Dokumenttina toimiva tallennuspohja potilaan säteilyaltistuksen seuraamiseksi sepelvaltimoiden varjoainekuvausten ja pallolaajennustoimenpiteiden yhteydessä.

5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

5.1 Opinnäytetyön kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen osuus

Tämän opinnäytetyön kvantitatiivinen eli määrällinen ja tilastollinen osuus käsittää valmiista rekisteristä poimitun aineiston käsittelyn ja analysoinnin, sekä otoksen vertailun STUK:n asettamiin vertailutasoihin.

Tutkimusmenetelmän valintaa ohjaa yleensä se, minkälaista tietoa etsitään ja keneltä tai mistä sitä etsitään. Tutkimus voi olla luonteeltaan esimerkiksi kartoitettava, selittävä, kuvaileva tai ennustava. Tässä opinnäytetyössä pääosassa on kvantitatiivinen eli määrällinen ja tilastollinen tutkimusmenetelmä. Määrällisessä tutkimusmenetelmässä keskeisiä asioita ovat johtopäätökset aiemmista tutkimuksista, aiemmat teoriatiedot, käsitteiden määrittely, otoksen valinta, aineiston keruu ja sen saattaminen tilastollisesti käsiteltävään muotoon. Näiden keskeisten osioiden myötä tutkimusmenetelmällä saavutetaan tutkimuksen päätepiste, eli päätelmien teko aineiston tilastolliseen analysointiin perustuen. Kvantitatiivisella tutkimuksella selvitetään lukumääriin ja prosenttiosuuksiin liittyviä kysymyksiä, sekä eri asioiden välisiä riippuvuuksia tai tutkittavassa ilmiössä tapahtuneita muutoksia. Näin saadaan selvitettyä olemassa oleva tilanne. Kvantitatiivisen tutkimusmenetelmän huonona puolena on usein sen pinnallisuus; olemassa oleva tilanne saadaan kartoitettua, mutta asioiden syitä ei pystytä selvittämään riittävästi. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 137-140; Heikkilä 2010, 16.)

5.2 Perusjoukko ja otos

Kokonaistutkimus tarkoittaa tutkimusta, jossa jokainen perusjoukon jäsen tutkitaan. Perusjoukolla tarkoitetaan siis sitä tutkittavaa kohdejoukkoa, josta tietoa halutaan. Mikäli perusjoukkoa ei tutkita kokonaisuudessaan, otetaan siitä mahdollisimman edustava otos. Otantatutkimukseen päädytään muun muassa silloin kun perusjoukko on erittäin suuri. Otoksen tulee olla edustava pienoiskuva

perusjoukosta ja sen on vastattava ominaisuuksiltaan tutkimuksen perusjoukkoa, vaikka otos ei voikaan koskaan kuvata perusjoukkoa täysin tarkasti. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 179-180; Heikkilä 2010, 33-34.)

Otantaan ja sen menetelmän valintaan vaikuttavat esimerkiksi tutkimuksen tavoitteet, eli se mitä tietoja tutkimuksella halutaan ja mihin tietoja käytetään. Lisäksi valintoja tehdessä tulee huomioida perusjoukon koko ja miettiä miten tarkka tutkimus halutaan tehdä, eli minkälaiseksi otannan suhde perusjoukkoon muodostuu. Otoksen koko vaikuttaa siis tutkimuksen tulosten tarkkuuteen. Sopiva otoskoko riippuu aina useasta tekijästä, mutta perussääntönä voidaan pitää sitä, että suureen otokseen mahtuu aina enemmän perusjoukon ominaisuuksia kuin pieneen. Mikäli otoskoko on ollut liian pieni suhteessa perusjoukon ominaisuuksien vaihteluun, tämä vaikuttaa välittömästi tutkimustulosten luotettavuuteen. (Heikkilä 2010, 34-35, 75; Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 180; Vilka 2007, 56-57.)

Tämä opinnäytetyö toteutetaan otantatutkimuksena suuren perusjoukon ja STUK:n ohjeistuksen vuoksi. Perusjoukoksi luetaan kaikki vuosien 2010 - 2013 aikana tehdyt sepelvaltimoiden varjoainekuvaukset sekä pallolaajennustoimenpiteet. Suuren perusjoukon ja STUK:n ohjeistuksen vuoksi otos on valittu harkinnanvaraisesti. Harkinnanvaraisessa otoksessa otos valitaan perustellusti tutkijan oman harkinnan tai annettujen ohjeiden mukaan (Vilka 2007, 58; Heikkilä 2010, 40). STUK:n ohjeistus potilaan säteilyaltistuksen vertailutasoista kardiologisessa radiologiassa vaatii sadan peräkkäisen tutkimuksen ja toimenpiteen otoksen vuositason (STUK 2005). Opinnäytetyön otos kattaa siksi sata sepelvaltimoiden varjoainekuvasta ja sata pallolaajennustoimenpidettä jokaiselta opinnäytetyöhön tarkastelun alle valitulta vuoden ajanjaksolta, eli opinnäytetyössä tullaan käsittelemään yhteensä 800 (N=800) tutkimuksen ja toimenpiteen tietoja. Otos valittiin otettavaksi joka vuosi samalta ajanjaksolta, elokuusta alkaen lokakuulle, ja otos on siis sata peräkkäistä sepelvaltimoiden angiografiaa ja sata peräkkäistä pallolaajennustoimenpidettä jokaiselta tutkittavalta vuodelta alkaen aina elokuun ensimmäisestä päivästä.

5.3 Aineiston keruu, sen käsittely ja analysointi

Useimmiten kvantitatiivisen tutkimuksen tekijä kerää oman havaintoaineistonsa kysely- tai haastattelulomakkeella tai systemaattisesti havainnoimalla. Tällöin kyseessä on primaariaineisto, jonka tarkoituksena on vastata suoraan tutkimusongelmaan. Tutkimuksen aineistona voidaan käyttää myös muiden keräämää aineistoa, jolloin kyseessä on sekundaariaineisto. Tällainen valmis aineisto soveltuu harvoin sellaisenaan käytettäväksi tutkimuksessa ja usein valmista aineistoa on muokattava sopivaan muotoon vertailukelpoiseksi. (Vilkkä 2007, 33-34; Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 186, 189; Heikkilä 2010, 18.)

Tässä opinnäytetyössä käytetään valmista aineistoa. Aineisto koostuu Satakunnan keskussairaalan sydänyksikön ylläpitämästä rekisteristä, jossa on tiedot kaikista yksikössä tehdyistä sepelvaltimoiden varjoainekuvauksista ja pallolaajennustoimenpiteistä, niiden läpivalaisuaajoista ja DAP-arvoista. Saan ennalta sovitun ja rajatun otoksen tiedot rekisteristä Microsoft Word-tiedostoina, joista syötän lukemat Microsoft Excel-tilukkolaskentaohjelmaan tarkempaa käsittelyä ja analysointia varten.

Aineiston analyysi etenee tavallisesti vaiheittain. Ensin aineisto kerätään ja järjestellään. Tämän jälkeen aineisto luokitellaan ja yhdistellään, jotta päästään lopputulokseen eli selittämiseen ja johtopäätökseen. Se, että tutkimuksen tulokset on analysoitu, ei tarkoita sitä, että tutkimus olisi valmis. Tuloksia on selitettävä ja niitä on mahdollisuuksien mukaan myös tulkittava, sillä se on tutkimuksen päämäärä. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 221-223.)

Tässä opinnäytetyössä valmis aineisto käsitellään sellaiseen muotoon, että sitä voidaan verrata STUK:n vertailutasoihin. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että Sydänrekisteristä kerätystä aineistosta otetaan ennalta sovittu otos, eli jokaiselta vuodelta sata peräkkäistä angiografiaa ja sata peräkkäistä pallolaajennustoitmenpidettä alkaen aina elokuun ensimmäisestä päivästä. Otoksien tiedot syötetään ja järjestellään manuaalisesti tekstinkäsittelyohjelmasta taulukkolaskentaohjelmaan. Taulukkolaskentaohjelmalla otoksen aineistoa luokitellaan ja siitä lasketaan ohjelman valmiilla tätä tarkoitusta varten valituilla kaavoilla otoksien

keskiarvot, sekä muita mielenkiintoisia tietoja. Lisäksi aineistosta muodostetaan havainnollistavia taulukoita ja kuvioita. Taulukkolaskentaohjelmalla käsittelyn, luokittelun ja analysoinnin jälkeen aineistosta voidaan tehdä määrällisiä tilannetta kuvaavia havaintoja ja johtopäätöksiä. Aineiston analyysillä pyritään saamaan vastaus opinnäytetyön tutkimusongelmiin.

Tutkimusta tulee aina tehdä rehellisesti, puolueettomasti ja siten ettei tutkimuksen kohteena oleville aiheudu tutkimuksesta haittaa. Tutkijan tulee kunnioittaa ihmisten yksityisyyttä ja huolehtia siitä, että kenenkään yksityisyyden suojaa ei loukata. Tutkimusaineistoa voidaan käsitellä esimerkiksi siten, että tutkimukseen osallistuvien tunnistetiedot on poistettu ja siten anonymiteetti on taattu. Tutkimusaineiston anonymisointia edellyvät myös kaksi lakia. (Heikkilä 2010, 29; Vilkkä 2007, 95-96.)

Opinnäytetyössäni tutkimusaineistoa voidaan käsitellä täysin anonymisti. Aineiston tiedonsyöttövaiheesta alkaen aineistoa käsitellään ilman yksittäisen potilaan tunnistetietoja ja tiedot merkitään analysointia varten muilla tunnistetavoilla kuten numeroimalla.

5.4 Opinnäytetyön toiminnallinen osuus

Tässä opinnäytetyössä pääpaino on määrällisen tutkimuksen osuudessa mutta siinä on myös pieni toiminnallinen osuus. Toiminnallinen osa käsittää opinnäytetyön sivutuotoksena muodostuneen Excel-taulukkopohjan, joka luovutetaan Satakunnan keskussairaalan sydänyksikön käyttöön tulevien vuosien seurannan dokumentoinnin toteuttamiseksi.

Toiminnallinen opinnäytetyö tarkoittaa käytännössä sellaista opinnäytetyötä, jonka lopputuloksena ei ole tutkimus vaan jokin konkreettinen tuotos, kuten ohjeistus, tietopaketti tai jopa tapahtuma. Toisaalta pelkkä tuotos ei riitä opinnäytetyöksi vaan sen lisäksi on aina kirjoitettava opinnäytetyön raportti. Toiminnallisissa opinnäytetöissä tutkimuksellinen selvitys on osana tuotoksen tekemiseen vaadittavan pohjatiedon hankintaa. Määrällisen tutkimusmenetelmän keinoja voidaan käyttää toiminnallisen opinnäytetyön tukena silloin, kun opinnäytetyön

toiminnallisen osan kohteena on mitattavaa tilastollisesti ilmoitettavaa tietoa. (Vilkka & Airaksinen 2004, 51, 56, 58.)

Toiminnallisen osuuden tuotos suunnitellaan kirjallisuuskatsauksen perusteella, jonka avulla saadaan suunta tuotoksen sisällölle (Vilkka & Airaksinen 2004, 62, 65). Tässä opinnäytetyössä toiminnallisen osuuden tuotos, eli Excel-
taulukkolaskentaohjelmalla luotu tietojen tallennuspohja suunnitellaan opinnäytetyön määrällisen tutkimuksen osuuden teoriaosuuden pohjalta.

6 OPINNÄYTETYÖN TULOKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa Satakunnan keskussairaalan sydänyksikössä tehtävien sepelvaltimoiden varjoainekuvausten eli angiografioiden ja sepelvaltimoiden pallolaajennustoimenpiteiden säteilyannoksia ja läpivalaisuaikoja suhteessa STUK:n asettamiin vertailutasoihin.

Otokset käsittivät vuosina 2010-2013 elokuusta lokakuulle ulottuvilta ennalta sovituilta ajanjaksoilta sata perättäistä angiografiaa ja sata perättäistä pallolaajennustoimenpidettä (N=800). Poikkeuksena tästä vuoden 2010 pallolaajennustoimenpiteet, joita kertyi ennalta määritellyltä ajanjaksolta vain 83:n toimenpiteen verran. Tuloksissa tarkastellaan siis yhteensä lähes 800:n tutkimuksen ja toimenpiteen tietoja (n=783).

Tulokset esitetään vuosittaisessa järjestyksessä ja niitä havainnollistetaan taulukoiden avulla.

6.1 Potilaan säteilyannokset ja läpivalaisuaajat vuosina 2010-2013

Vuoden 2010 angiografioiden otos sisälsi sata tutkimusta kyseisen vuoden elokuulta lokakuulle. Otoksesta hylättiin kolmen puutteellisesti merkityn tutkimuksen tiedot ja tilalle otettiin kolme seuraavaa asianmukaisesti merkittyä tutkimusta. Samalla periaatteella valittiin myös pallolaajennustoimenpiteiden otos, joka tosin jäi hieman vajaaksi sisältäen 83:n toimenpiteen tiedot. Otoksista laskettiin säteilyannoksien ja läpivalaisuaikojen keskiarvot vertailutasojen tarkastelua varten. Vuoden 2010 angiografioiden säteilyannosten (DAP) keskiarvoksi laskettu $31,95 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ alitti selkeästi STUK:n asettaman vertailutason $60 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. Läpivalaisuaikojen keskiarvoksi saatiin 4,59 minuuttia, joka myös alitti asetetun 8 minuutin vertailutason. Säteilyannosten minimi oli $4 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja lyhyin läpivalaisuaika 0,49 minuuttia. Maksimisäteilyannos oli $162 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja pisin läpivalaisuaika 24,5 minuuttia (Taulukko 1). Vuoden 2010 pallolaajennustoimenpiteiden säteilyannosten (DAP) keskiarvo $106,42 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ylitti STUK:N vertailutason $100 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. Läpivalaisuaikojen keskiarvoksi muodostui 11,55 minuuttia,

joka taas alitti selkeästi asetetun vertailutason 20 minuuttia. Säteilyannosten minimi oli $9 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja maksimi $400 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. Lyhyin läpivalaisuaika oli 3,3 minuuttia ja pisin 30 minuuttia (Taulukko 2).

Vuoden 2011 angiografioiden ja pallolaajennustoimenpiteiden otokset sisälsivät molemmat sadan tutkimuksen ja toimenpiteen tiedot. Yhdenkään tutkimuksen tietoja ei tarvinnut hylätä otoksesta. Vuonna 2011 tehtyjen angiografioiden säteilyannosten (DAP) keskiarvoksi saatiin $26,59 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$, joka alitti erittäin selkeästi STUK:n asettaman vertailutason $60 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. Läpivalaisuaikojen keskiarvoksi saatiin 3,41 minuuttia, joka myös alitti selvästi asetetun 8 minuutin vertailutason. Säteilyannosten minimiarvo oli $4 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja lyhyin läpivalaisuaika oli 1 minuutti. Maksimisäteilyannos oli $136 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja pisin läpivalaisuaika 19,58 minuuttia (Taulukko 1). Vuoden 2011 pallolaajennustoimenpiteiden säteilyannosten keskiarvoksi laskettiin $75,08 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$, joka alitti STUK:n vertailutason $100 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. Läpivalaisuaikojen keskiarvoksi muodostui 9,88 minuuttia, joka jälleen alitti selkeästi asetetun vertailutason 20 minuuttia. Säteilyannosten minimi oli $10 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja maksimi $240 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. Vuoden 2011 otoksen lyhyin läpivalaisuaika oli 2,4 minuuttia ja pisin 38 minuuttia (Taulukko 2).

Vuoden 2012 angiografioiden ja pallolaajennustoimenpiteiden otokset sisälsivät myös molemmat sadan tutkimuksen ja toimenpiteen tiedot. Yhdenkään tutkimuksen tietoja ei tarvinnut hylätä otoksesta. Angiografioiden vuoden 2012 otoksen säteilyannoksen keskiarvoksi laskettiin $23,85 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja läpivalaisuaikojen keskiarvoksi 3,44 minuuttia. Molemmat arvot alittivat erittäin selvästi STUK:n asettamat vertailutasot. Aineistosta todettiin, että otoksen keskiarvot alittivat STUK:n asettamat vertailutasot erittäin selkeästi. Aineiston alhaisin säteilyannos oli $1 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja lyhyin läpivalaisuaika 0,5 minuuttia. Maksimisäteilyannos oli $225 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja pisin läpivalaisuaika 45 minuuttia (Taulukko 1). Vuoden 2012 pallolaajennustoimenpiteiden säteilyannosten keskiarvo $58,01 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ alitti vertailutason $100 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. Läpivalaisuaikojen keskiarvo oli 8,78 minuuttia, joka myös alitti vertailutason. Säteilyannosten minimi oli $4 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja maksimi $199 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. Lyhyin läpivalaisuaika oli 1 minuutti ja pisin 44 minuuttia (Taulukko 2).

Vuoden 2013 angiografioiden ja pallolaajennustoimenpiteiden otokset sisälsivät molemmat sadan tutkimuksen ja toimenpiteen tiedot. Angiografioiden otoksesta hylättiin kahden tutkimuksen tiedot niiden vaillinaisuuden vuoksi, tilalle otettiin seuraavat kaksi asianmukaisesti merkittyä tutkimusta. Pallolaajennustoimenpiteiden kohdalla hylättiin yksi puutteellisesti merkitty toimenpidetieto ja tilalle otettiin järjestyksessä seuraava toimenpide. Vuoden 2013 angiografioiden säteilyannosten keskiarvo $20,93 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ alitti selkeästi STUK:n asettaman vertailutason $60 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. Läpivalaisuaikojen keskiarvoksi saatiin 3,07 minuuttia, joka myös alitti asetetun 8 minuutin vertailutason. Otoksen keskiarvot alittivat STUK:n asettamat vertailutasot erittäin selkeästi. Säteilyannosten minimi oli $1 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja lyhyin läpivalaisuaika 0,58 minuuttia. Maksimisäteilyannos oli $110 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja pisin läpivalaisuaika 17,5 minuuttia (Taulukko 1). Vuoden 2013 pallolaajennustoimenpiteiden säteilyannosten keskiarvoksi laskettiin $97,29 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$, joka juuri alitti vertailutason $100 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. Läpivalaisuaikojen keskiarvo oli 9,44 minuuttia, joka alitti selkeästi asetetun vertailutason. Säteilyannosten minimiarvo oli $10 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja maksimi $1514 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. Lyhyin läpivalaisuaika oli 2,5 minuuttia ja pisin 40 minuuttia (Taulukko 2).

Taulukko 1. Sepelvaltimoiden varjoainekuvaukset vuosina 2010-2013

Sepelvaltimoiden varjoainekuvaukset vuosina 2010-2013								
	Potilasannos ($\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$)				Läpivalaisuaika (minuuttia)			
Vuosi	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
Aineiston koko	n=100	n=100	n=100	n=100	n=100	m=100	n=100	n=100
Keskiarvo	31,95	26,59	23,85	20,93	4,59	3,41	3,44	3,07
Minimi	4	4	1	1	0,49	1	0,5	0,58
Maksimi	162	136	255	110	24,5	19,58	45	17,5
Vertailutasot	60 $\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$				8 minuuttia			

Taulukko 2. Pallolaajennustoimenpiteet vuosina 2010-2013

Sepelvaltimoiden pallolaajennukset vuosina 2010-2013								
	Potilasannos ($\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$)				Läpivalaisuaika (minuuttia)			
Vuosi	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
Aineiston koko	n=83	n=100	n=100	n=100	n=83	n=100	n=100	n=100
Keskiarvo	106,42	75,08	58,01	97,29	11,55	9,88	8,78	9,44
Minimi	9	10	4	10	3,3	2,4	1	2,5
Maksimi	400	240	199	1514	30	38	44	40
Vertailutasot	100 $\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$				20 minuuttia			

6.2 Vuosien 2010-2013 potilasannokset ja läpivalaisuaajat suhteessa vertailutasoihin

Vuoden 2010 aineistosta kävi ilmi, että vaikka otoksen keskiarvo alitti STUK:n asettamat vertailutasot, niin yksittäin tarkasteltuna angiografioiden säteilyannoksista 12% ja läpivalaisuaajoista 16% ylitti vertailutason (Taulukko 3). Pallolaajennustoimenpiteitä yksittäin tarkasteltuna 45% säteilyannoksista ylitti STUK:n vertailutason (Taulukko 4). Läpivalaisuaajoista vain 18% ylitti vertailutason.

Vuoden 2011 aineistosta voitiin todeta, että vaikka otoksen keskiarvo alitti STUK:n asettamat vertailutasot erittäin selkeästi, niin silti yksittäin tarkasteltuna angiografioiden säteilyannoksista 7% ylitti vertailutason (Taulukko 3). Läpivalaisuaajoista puolestaan 9% ylitti vertailutason rajan. Pallolaajennustoimenpiteitä yksittäin tarkasteltuna 23% säteilyannoksista ylitti STUK:n vertailutason ja läpivalaisuaajoista vain 5% (Taulukko 4).

Yksittäin tarkasteltuna vuoden 2012 angiografioiden säteilyannoksista ainoastaan 3% ylitti vertailutason ja läpivalaisuaajoistakin vain 6% ylitti rajan (Taulukko 3). Pallolaajennuksien säteilyannoksista 14% ylitti STUK:n vertailutason ja läpivalaisuaajoista 5% (Taulukko 4).

Vuoden 2013 angiografioiden säteilyannoksista 3% ylitti vertailutason. Läpivalaisuaajoista puolestaan 8% ylitti vertailutason rajan (Taulukko 3). Yksittäisten pallolaajennustoimenpiteiden säteilyannoksista 18% ylitti STUK:n vertailutason ja läpivalaisuaajoista 6% ylitti rajan (Taulukko 4).

Taulukko 3. Sepelvaltimoiden varjoainekuvausten potilasannokset (Gy*cm²) ja läpivalaisuajat (minuuttia) suhteessa Säteilyturvakeskuksen vertailutasoihin

	Sepelvaltimoiden varjoainekuvaukset							
	Potilasannos (Gy*cm ²)				Läpivalaisuaja (minuuttia)			
Vuosi	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
Aineiston koko	n=100	n=100	n=100	n=100	n=100	m=100	n=100	n=100
Ylle vertailutason (%)	12	7	3	3	16	9	6	8
Alle vertailutason (%)	88	93	97	97	84	91	94	92
Vertailutaso	60 Gy*cm ²				8 minuuttia			

Taulukko 4. Sepelvaltimoiden pallolaajennusten potilasannokset (Gy*cm²) ja läpivalaisuajat (minuuttia) suhteessa Säteilyturvakeskuksen vertailutasoihin

	Sepelvaltimoiden pallolaajennukset							
	Potilasannos (Gy*cm ²)				Läpivalaisuaja (minuuttia)			
Vuosi	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
Aineiston koko	n=83	n=100	n=100	n=100	n=83	n=100	n=100	n=100
Ylle vertailutason (%)	45	23	14	18	18	5	5	6
Alle vertailutason (%)	55	77	86	82	82	95	95	94
Vertailutasot	100 Gy*cm ²				20 minuuttia			

6.3 Toiminnallisen osan tuotos – tallennuspohjan luominen

Opinnäytetyön toiminnallisen osan kehittämistehtävänä oli tuottaa Satakunnan keskussairaalan sydänyksikön käyttöön Excel-taulukkolaskentaohjelmalla toteutettava tallennuspohja, jonka avulla yksikkö voi toteuttaa säteilyannosten ja läpivalaisuajien seuranta jatkossa.

Excel-taulukkolaskentaohjelma valikoitui seurannan tallennuspohjaksi sen helpon käytettävyyden ja selkeyden vuoksi. Valikoituneet tiedot pohjattiin opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellyn STUK:n päätöksen potilaan säteilyannosten vertailutasoista kardiologisessa radiologiassa perustuen.

Taulukkolaskentaohjelmalla saatiin muodostettua valmiit tallennuspohjat sekä sepelvaltimoiden varjoainekuvauksille (Liite 10) että pallolaajennustoimenpiteille

(Liite 11). Näihin tallennuspohjiin tarvitsee syöttää ainoastaan vuosittaisten otosten säteilyannokset ja läpivalaisuaajat, jonka jälkeen ohjelmoidut kaavat laskevat keskiarvot ja muut oleelliset tiedot automaattisesti valmiisiin taulukoihin. Vaikka STUK:n päätös ei edellytä muiden kuin keskiarvojen seurantaan, haluttiin opinnäytetyössä tuoda esille myös muita informatiivisia lukuarvoja ja siten hyödyntää Excel-tilukkolaskentaohjelman monipuolisuutta.

Aineistoista luodut taulukot ja kuviot valittiin niiden informatiivisuuden ja selkeyden perusteella. Opinnäytetyön tuloksissa esitellään taulukot, joista arvojen kehitystä vuositasona on helppo seurata. Yhteistyöyksikön toiveesta taulukkolaskentaohjelmalla luotiin myös muita kuvioita, joita ei esitellä opinnäytetyön tuloksissa. Yksi kriteeri kuvioden muodostamiseen oli myös se, että samanklaisia kuvioita on jatkossakin helppo tehdä ohjelman avulla. Kuvioden valinnassa ja teossa kiinnitettiin huomiota niiden selkeyteen, luettavuuteen, harmaasävyiseen väritykseen tulostusta varten ja otsikoinnin informatiivisuuteen.

Tallennuspohjan käytössä tulee huomioida sen tallentamiseen liittyvät erityis- huomiot ja muistaa otsikoinnin ja muiden yksityiskohtien huomiointi. Opinnäytetyön käsitelty aineisto, siitä muodostetut kuviot ja seurantalomakkeen tallennuspohja löytyvät liitteenä opinnäytetyön loppuosasta (Liitteet 2-11). Opinnäytetyön tekijänä opastan tarvittaessa Satakunnan keskussairaalan sydänyksikköä tallennuspohjan käytössä ja kuvioden muodostamisessa.

7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Opinnäytetyön tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Hyödyllisyys ja käyttökelpoisuus hyvän tutkimuksen kriteerinä tarkoittavat sitä, että tutkimuksella on yhteiskunnallista tai tieteellistä merkitystä. Tutkimusta tehtäessä tulee aina pohtia miten tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää. (Heikkilä 2010, 32; Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 78.)

Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää suoraan käytännön työhön Satakunnan keskussairaalan sydänyksikössä. Opinnäytetyön tulokset ja liitteenä olevat aineistot voidaan esittää klinisen auditoinnin yhteydessä dokumentteina säteilyannosten ja läpivalaisuaikojen seurannasta. Lisäksi aineistoa voidaan hyödyntää yksikön omassa toiminnan seurannassa, henkilöstön koulutuksessa ja laadunvalvonnassa.

Potilaan säteilysuojelun optimoinnin kannalta säteilyannoksen ja läpivalaisuajan tarkkailulla on suuri merkitys. Parviaisen ja Saukon pro gradu-tutkielmien tuloksissa on esimerkiksi läpivalaisuajalla todettu oleva yhteys potilaan säteilyannokseen (Parviainen 2008, 70; Saukko 2013, 60). Tällä on merkitystä myös henkilökunnan säteilysuojelulle, sillä potilaan annoksen kasvaessa henkilökunnankin annoksen katsotaan kasvavan (Parviainen 2008, 68; Saukko 2013, 65). Opinnäytetyössä käsitellyn aineiston tulokset osoittavat Satakunnan keskussairaalan sydänyksikön tutkimusten ja toimenpiteiden sädeannosten ja läpivalaisuaikojen olevan pääosin erinomaisella tasolla Säteilyturvakeskuksen asettamiin vertailutasoihin nähden.

Vuoden 2010 angiografiatutkimusten osalta otoksen keskiarvot alittivat STUK:n asettamat vertailutasot. Vuoden 2010 pallolaajennusten osalta säteilyannosten keskiarvo ylitti asetetun vertailutason, läpivalaisuaikojen keskiarvon ollessa alle vertailutason. Tuloksissa on kuitenkin huomioitava, että vuoden 2010 pallolaajennusten otos jäi hieman vajavaiseksi, sillä aiemmin määriteltynä otoksen ajankohtana ei yksikössä tehty otoksen kannalta vaadittua sataa toimenpidettä.

Otoksen koko, 83 toimenpidettä, on kuitenkin niin lähellä vaadittua, että tuloksia voitaneen pitää ainakin suuntaa antavana.

Tuloksia tulkitessa tulee muistaa, että vertailutason ylittyminen ei tarkoita automaattisesti sitä, että toimenpiteiden toteutustavoissa olisi jotain korjattavaa, mikäli vertailutason ylittävällä säteilyaltistuksella on selkeä peruste (STUK 2005). Vuoden 2010 vertailutason ylittymisen syytä olisi hyvä selvittää Satakunnan keskussairaalan sydänyksikössä. Yksikössä tulisi pohtia, mitkä tekijät ovat vaikuttaneet tulokseen. Selvityksen voisi puolestaan hyödyntää henkilökunnan säteilysuojelu-koulutuksessa.

Vuosien 2011-2013 angiografioiden ja pallolaajennustoimenpiteiden säteilyannosten ja läpivalaisuaikojen keskiarvot alittivat STUK:n asettamat vertailutasot. Tosin vuoden 2013 pallolaajennusten säteilyannoksien (DAP) keskiarvo muodostui melko korkeaksi otokseen sisältyvien kahden erittäin korkean arvon vuoksi. Näiden kahden toimenpiteen tiedot oli kuitenkin merkitty muuten asianmukaisesti, joten ne hyväksyttiin otokseen. Toimenpidetietojen kirjauksessa tapahtunut virhemahdollisuus on otettava huomioon arvojen suuren otoksesta poikkeavuuden vuoksi.

Yleisellä tasolla tarkasteltuna opinnäytetyön tulokset viittaavat yksikön laitteiston sekä henkilökunnan työtapojen ja ammatillisen osaamisen olevan vaaditulla tasolla. Tietenkään positiiviset tulokset eivät poissulje jatkuvaa laitteiston ja työn kehittämisen tarvetta. Vaikka tilastollisesti tarkasteltuna tulokset ovat selvästi alle asetettujen vertailutasojen arvojen, tulee säteilyturvallisuuteen kiinnittää aina erityishuomiota. Parviaisen mukaan säteilyturvallisuusalan toimipaikkakoulutukseen ja asianmukaisiin ohjeistuksiin tulisi kiinnittää erityistä huomiota yksiköissä, joiden koko henkilökunnalla ei ole syvällistä koulutusta aiheesta (Parviainen 2008, 77).

Opinnäytetyön tuloksissa esitellyt yksittäisten tutkimusten ja toimenpiteiden säteilyannosten ja läpivalaisuaikojen ylitykset tuotiin esille tarkoituksellisesti. Tämä tuo esille selvästi sen, miksi vertailutasoja tulee tarkastella nimenomaan sadan peräkkäisen tutkimuksen keskiarvoilla, eikä yksittäisinä tutkimuksina ja toimen-

piteinä. Tutkimusten ja toimenpiteiden keston vaikuttaa moni asia, kuten potilaan yksilöllisyys, tutkimuksen tai toimenpiteen vaikeusaste, käytettävä laitteisto ja sen tekniikka, henkilökunnan työtavat ja ammatillinen kokemus (Mahesh 2001, 1033-1044). Nämä asiat vaikuttavat yksittäisten tutkimusten säteilyannosten ja läpivalaisuaikojen arvoihin ja siksi vertailutasoja ei koskaan sovelleta yksittäisen tutkimuksen tai toimenpiteen kohdalla, vaan tarkastellaan aina suurempaa kokonaisuutta. Yksittäistä potilasta, tutkimusta tai toimenpidettä unohtamatta jokaisen potilaan kohdalla on kuitenkin arvioitu säteilyturvallisuuden peruseriaatteiden mukaisesti tutkimuksen tai toimenpiteen oikeutus- ja optimointiperiaatteet ja siten potilaan yksilöllisyyskin tulee aina huomioitua.

Opinnäytetyön aineistoon liittyvät huomiot tulee myös ottaa huomioon tuloksia tarkasteltaessa ja tulkittaessa. Tuloksien luotettavuuteen vaikuttaa osaltaan aineiston oikeellisuus. Opinnäytetyöhön saamani aineiston vastaanotin yhteistyöyksikön kanssa sovitusti sähköpostitse Word-liitetiedostoina. Aineisto oli poimittu Sydänrekisteristä ja tiedostot oli eritelty vuosittain.

7.2 Kehitystehtäväehdotuksia

Jatkotutkimuksena yhteistyöyksikön ehdotuksesta olisi mielenkiintoista vertailla eri vuosien lukuja yhdessä ja selvittää tarkemmin lukuihin vaikuttaneita taustatekijöitä. Tähän ei kuitenkaan tämän opinnäytetyön osalta ollut mahdollista perehtyä ajallisten resurssien vuoksi.

Lisäksi opinnäytetyön aineistosta olisi mielenkiintoista tarkastella, löytyykö aineiston säteilyannoksien ja läpivalaisuaikojen väliltä korrelaatiota, kuten useat tutkimukset ovat osoittaneet.

Kehitystehtäväehdotuksena tämän opinnäytetyön tulosten myötä on ottaa vastaavan kaltainen seurantatapa käyttöön myös muissa Satakunnan keskussairaalan yksiköissä, joissa säteilyn käyttöä tulee seurata vastaavalla tavalla. Jatkuva reaaliaikainen säteilyannosten ja läpivalaisuaikojen seuranta liittyy kiinteästi säteilysuojelun optimointiin.

8 OPINNÄYTETYÖN LUOTETTAVUUDEN JA EETTISYYDEN ARVIOINTI

Hyvän tutkimuksen luotettavuuden ja eettisyyden perusvaatimuksia ovat muun muassa validiteetti, reliabiliteetti, objektiivisuus, avoimuus ja rehellisyys. Kaikkien tutkimusten luotettavuutta ja pätevyyttä tulee arvioida ja tarkastella tutkimusraportissa. Tutkimus on hyvä ja onnistunut silloin, kun se noudattaa hyvää tieteellistä käytäntöä ja sen avulla saadaan luotettavia vastauksia tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksen kysymyksenasettelu ja tavoitteet, aineiston keruu ja käsittely, tulosten esittäminen ja aineiston säilytys eivät saa loukata tutkimuksen kohderyhmää tai toisia tutkijoita. Lisäksi niiden tulee noudattaa kaikkia hyvään tieteelliseen tapaan kuuluvia osioita kuten yleistä salassapitovelvollisuutta, huolellisuutta ja rehellisyyttä tutkimustyössä, eettisesti kestävien tutkimusmenetelmien käyttöä, avoimuutta ja asianmukaista raportointitapaa. (Heikkilä 2010, 29-32; Vilka 2007, 90-91; Hirsjärvi, Remes & Sajavuori 2009, 231-232.)

Tutkimuksen pätevyys eli validiteetti tarkoittaa tutkimusmenetelmän kykyä mitata sitä, mitä tutkimuksessa on tarkoituskin mitata. Validiteettiin vaikuttavat muun muassa tutkimuksen huolellinen suunnittelu, tarkoin harkittu ja oikein suoritettu tiedonkeruu, tutkimuksen kohderyhmän eli perusjoukon tarkka määrittely ja siitä edustavan otoksen saaminen. Mikäli tutkimukselle ei ole asetettu selkeitä tavoitteita, syntyy riski joutua tutkimuksen teossa harhaan ja tutkia vääriä asioita. (Vilka 2007, 150; Heikkilä 2010, 29-30, 186; Hirsjärvi, Remes & Sajavuori 2009, 231.)

Tutkimuksen luotettavuus, eli reliabiliteetti tarkoittaa tulosten tarkkuutta ja toistettavuutta. Reliabiliteettiin vaikuttavat tutkijan tarkkuus ja kriittisyys sekä virhelähteiden minimointi. Reliabiliteetti arvioi tulosten pysyvyyttä mittauksesta toiseen ja tuloksen riippumattomuutta tutkijasta. Puutteellinen reliabiliteetti johtuu yleensä liian pienestä otannasta tai erilaisista mittaus- tai aineiston käsittelyvirheistä, jotka johtavat sattumanvaraisiin tutkimustuloksiin. (Vilka 2007, 149; Heikkilä 2010, 187, Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 231.)

Myös objektiivisuus eli puolueettomuus, avoimuus ja rehellisyys ovat tärkeitä osia tutkimuksen eettisen kestävyys tarkastelussa. Tutkimuksen tekoon liittyy tutkijan tekemiä valintoja aina tutkimusmenetelmän valinnasta analysointimenetelmään ja raportointitapaan. Tutkimuksen tulokset eivät saa olla tutkijasta riippuvaisia ja tutkija ei saa antaa omien mielipiteidensä vaikuttaa tutkimusprosessiin. Objektiivisen tutkimuksen tulokset eivät muutu tutkijan vaihtuessa. Avoimuus ja rehellisyys tutkimusta tehtäessä estävät tulosten vääristymisen esimerkiksi toimeksiantajan kannalta edullisiin tuloksiin. Tutkimuksen kohteena olevia tulee informoida asianmukaisesti tutkimuksen tarkoituksesta ja käytöstavasta. Tutkimuksessa käytetyt menetelmät tulee raportoida ja mahdolliset epätarkkuusriskit ja niiden vaikutukset tutkimustuloksiin pyritään selvittämään. (Heikkilä 2010, 31-32; Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 309.)

Olen pyrkinyt tekemään opinnäytetyötä hyvän tieteellisen tutkimuksen käytäntöjen mukaisesti ottamalla huomioon tutkimuksen tekoon liittyvät luotettavuus- ja eettisyyskijät. Opinnäytetyötä tehdessäni, sen teoriaosuutta, tutkimusaineistoa ja tuloksia käsitellessäni, olen työskennellyt alusta asti suunnitelmallisesti ja huolellisesti pyrkimyksenä tuottaa luotettavia ja toistettavia tuloksia.

Opinnäytetyön luotettavuuteen, validiteettiin ja reliabiliteettiin, vaikuttavat useat tekijät. Jotta opinnäytetyö mittaisi sitä mitä sen on tarkoituskin mitata, aloitin opinnäytetyön teon perusteellisella pohjatyöllä ajankohtaiseen tutkimustietoon tutustumalla. Opinnäytetyössä on käytetty asianmukaisesti viitattuna ajankohtaiseen tutkimustietoon pohjaavaa lähdemateriaalia. Ajankohtaisen tiedon hankinta oli ensiarvoisen tärkeää alan jatkuvan kehittymisen vuoksi.

Opinnäytetyön tutkimussuunnitelman valmistuttua hain työlleni asianmukaista tutkimuslupaa Satakunnan keskussairaalan ohjeiden mukaisesti. Tutkimuslupanomukseni hyväksyttiin Satakunnan keskussairaalan hoitotyön kehittämisryhmän, toimialueen ylihoitajan ja ylilääkärin toimesta (Liite 1).

Opinnäytetyön toiminnallisen osuuden kehittämistehtävän myötä syntyneet tallennuspohjien toimivuus varmistettiin käytännössä tämän opinnäytetyön aineiston analysoinnin myötä. Tämän myötä sain tehtyä tarvittavat korjaukset ennen

tallennuspohjan antamista jatkokäyttöön. Syöttäessäni alkuperäistä käsittelemätöntä aineistoa tekstinkäsittelyohjelmasta taulukkolaskentaohjelmaan tiedostin tiedonsyötön virhemahdollisuuden. Siksi tarkastin käsittelemäni tiedot kolmasti ja korjasin tiedoston muutoksista syntyneet pienet virheet. Koska tallennuspohjaan on luotu valmiit kaavat, saa samat tulokset kuka tietojen syöttäjä tahansa.

Valmiista aineistosta valitun edustavan otoksen valinta tapahtui yhteistyössä Satakunnan keskussairaalan sydänyksikön osastonhoitajan ja fyysikon kanssa. Otoksien ajankohta määräytyi yhteistyöyksikön toiveiden mukaisesti elokuusta lokakuulle ulottuvalle ajanjaksolle. Otoksen ajankohdassa ei tarvinnut ottaa huomioon erityisiä tekijöitä kuten kesäloma-aikaa, sillä Satakunnan keskussairaalan sydänyksikössä on aina paikalla yksikön oma toimenpidekardiologi vuodenajasta riippumatta.

Aineistoa selatessani heräsi epäily mahdollisista virhelähteistä, sillä aineisto ei ollut täysin johdonmukaisesti ja yhteneväisesti kirjattu. Opinnäytetyön tuloksia tulkittaessa on otettava huomioon mahdollisuus, että osa Sydänrekisteriin syötetyistä tiedoista on voinut olla virheellistä. Otoksista jouduttiin hylkäämään muutaman tutkimuksen ja toimenpiteen tiedot niiden puutteellisuuden vuoksi. Huomioni kiinnittyi myös lukemien erilaiseen desimaali-määrään, osa arvoista oli pyöristetty ja osa merkitty kokonaisuudessaan. Lisäksi vuoden 2013 pallolajajennusten kaksi erittäin korkeaa säteilyannos-arvoa kiinnittivät huomiota. Mahdollisia kirjausvirheitä ei kuitenkaan pystytäkään todentamaan tai varmistamaan näin jälkikäteen.

Tutkimuksen eettisyyden ja luotettavuuden nimissä opinnäytetyön otoksiin ja siten tuloksiinkin otettiin mukaan kaikki asianmukaisesti kirjatut tutkimuksen ja toimenpiteet, vaikka lukemat eivät täysin johdonmukaisia olleetkaan. Kehittämällä Satakunnan keskussairaalan sydänyksikön säännöllistä järjestelmällistä tutkimus- ja toimenpidetietojen kirjaamista saataisiin potilaan säteilyannosten ja läpivalaisuaikojen vertailusta mahdollisia virhelähteitä vähennettyä ja siten tuotettua entistä luotettavampaa tietoa. Valvira painottaa asianmukaisen ja virheettömän kirjaamisen tärkeyttä sekä potilaan hoidon turvallisuuden, että potilaan hoitoon osallistuneen henkilökunnan oikeusturvan kannalta (Valvira 2013).

Opinnäytetyön toiminnallisen osan tuotoksena syntyivät Excel-taulukko-laskentaohjelman tallennuspohjat angiografioille ja pallolaajennustoimenpiteille. Näitä tallennuspohjia käyttämällä saatettiin opinnäytetyön liitteenä oleva aineisto nykyiseen muotoonsa.

Opinnäytetyön prosessi on edennyt avoimesti ja tulokset olen esittänyt rehellisesti niitä muuntelematta. Opinnäytetyön tuloksien tulkinnassa on otettu huomioon opinnäytetyön tekijästä riippumattomat valmiin aineiston mahdolliset virhelähteet. Olen käsitellyt opinnäytetyöhön liittyvää aineistoa huolellisesti ja salassapitovelvollisuuden mukaisesti täysin anonymisti. Olen säilyttänyt ja hävittänyt alkuperäisen aineiston asianmukaisesti.

Opinnäytetyön tekijänä ja oppijana kunnioitan suuresti yhteistyöyksiköltä, opinnäytetyön ohjaajalta ja opiskelutovereiltani saamaani tukea opinnäytetyön teko- ja oppimisprosessissa. Opinnäytetyön teko on ollut haastavaa, mutta erittäin mielenkiintoista. Opiskelijana olen varma, että tämän prosessin myötä asiantuntemus potilaan säteilysuojelun optimoinnista on lisääntynyt omalla kohdallani huomasti. Opinnäytetyön eettisenä lähtökohtana on potilaan hyvinvoinnin turvaaminen säteilysuojelullisia menetelmiä ylläpitämällä ja kehittämällä. Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää erityisesti henkilökunnan koulutuksessa ja toiminnan kehittämisessä.

LÄHTEET

Airaksinen, J. 2008. Sepelvaltimotaudin konservatiivinen hoito. Teoksessa *Kardiologia*, 2. uudistettu painos. toim. Heikkilä, J.; Kupari, M.; Airaksinen, J.; Huikuri, H.; Nieminen, M. & Peuhkurinen, K. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s.350-359.

Butter, C.; Schau, T.; Meyhoefer, J.; Neumann, K.; Minden, H. & Engelhardt, J. 2010. Radiation Exposure of Patient and Physician during Implantation and Upgrade of Cardiac Resynchronization Devices. *Pacing & Clinical Electrophysiology*. 2010. 33(8): 1003-1012. Viitattu 18.5.2013, <http://web.ebscohost.com.ezproxy.turkuamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=53cf7192-7c92-4ae9-8d02-cf8721e23614%40sessionmgr115&vid=2&hid=112>

Chambers, C., Fetterly, K., Holzer, R., Lin, P., Blankenship, J., Balter, S. & Laskey, W. 2011. Radiation safety program for the cardiac catheterization laboratory. *Catheterization and Cardiovascular Interventions* 77. s.546–556

Davros, W. 2007. Fluoroscopy: basic science, optimal use, and patient/operator protection. *Techniques in regional anesthesia and pain management*. 11(2). s.44–54

Heikkilä, T. 2010. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Edita.

Heikkilä, P. 2013. Säteilyn käyttötavat leikkaussaleissa. Pro gradu-tutkielma. Viitattu 28.1.2014. http://www.stuk.fi/proinfo/muuta_tietoa/fi_FI/hyvia_kaytantoja/_files/91047377134189974/default/S%C3%A4teilyn%20k%C3%A4ytt%C3%B6tavat%20leikkaussaleissa.pdf

Hirshfeld, J., Balter, S., Brinker, J., Kern, M., Klein, L., Lindsay, B., Tommaso, C., Tracy, C., Wagner, L., Creager, M., Elnicki, M., Lorell, B., Rodgers, G. & Weitz, H. 2004. ACCF/AHA/HRS/SCAI clinical competence statement on physician knowledge to optimize patient safety and image quality in fluoroscopically guided invasive cardiovascular procedures. *Journal of the American college of cardiology*. 2004;44. s.2259-2282

Hirsjärvi, S.; Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15., uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

IRCP. 2011. Patient and staff radiological protection in cardiology. IRCP julkaisuja. Viitattu 20.12.2013. <http://www.icrp.org/docs/Patient%20and%20Staff%20Radiological%20Protection%20in%20Cardiology.pdf>

Kettunen, R. 2011. Sydämen ja verenkierron toiminta. Teoksessa *Sydänsairaudet*, 2. uudistettu painos. toim. Mäkijärvi, M.; Kettunen, R.; Kivelä, A.; Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. s.31-33

Kivelä, A. 2011. Pallolaajennus ja ohitusleikkaus. Teoksessa *Sydänsairaudet*, 2. uudistettu painos. toim. Mäkijärvi, M.; Kettunen, R.; Kivelä, A.; Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. s.286-293

Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä. 2007. Kliininen auditointi. Päivitetty 10.6.2010. Viitattu 18.8.2013. http://www.clinicalaudit.net/fi_auditointi.html

Kovanen, P. 2008. Sepelvaltimoiden ateroskleroosin patologia ja molekulaariset syntyvät. Teoksessa *Kardiologia*, 2. uudistettu painos. toim. Heikkilä, J.; Kupari, M.; Airaksinen, J.; Huikuri, H.; Nieminen, M. & Peuhkurinen, K. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s.299-300

Laki potilaan asemasta ja oikeuksista 17.8.1992/785

Mahesh, M. 2001. Fluoroscopy: Patient radiation exposure issues. *RadioGraphics* 21. s.1033–1045

Mustonen, J., Kettunen, R., Kupari, M., Mälikallio, T., Ylitalo, A. & Raatikainen, P. 2012. Sydän-toimenpiteet Suomessa nyt ja tulevaisuudessa. *Suomen Lääkärilehti* 19/2012. s.1502-1508

Mustonen, R., Sjöblom, K-L., Bly, R., Havukainen, R.; Ikäheimonen, T.K.; Kosunen, A.; Markkanen, M. & Paile, W. 2007. Säteilysuojelun perussuositukset 2007. Suomenkielinen lyhennelmä julkaisusta ICRP-103. Viitattu 18.8.2013.
http://www.stuk.fi/stuk/tiedotteet/2008/fi_FI/news_513/_files/80696295703642947/default/sateily_suojelun_perussuositukset_2007_icrp103_suom_lyhennelma.pdf

Paile, W. 2002. Säteilyn terveysvaikutukset. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Parviainen, T. 2008. Henkilökunnan säteilyannokset kardiologisissa röntgentutkimuksissa ja toimenpiteissä. Pro gradu-tutkielma. Viitattu 9.1.2014.
http://epublications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20090059/urn_nbn_fi_uef-20090059.pdf

Reunanen, A. 2008. Kroonisen sepelvaltimotaudin epidemiologia ja vaaratekijät. Teoksessa *Kardiologia*, 2. uudistettu painos. toim. Heikkilä, J.; Kupari, M.; Airaksinen, J.; Huikuri, H.; Nieminen, M. & Peuhkurinen, K. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s.328-335

Saukko, E. 2013. Säteilyn lääketieteellinen käyttö endoskoopian kontekstissa. Pro gradu-tutkielma. Viitattu 9.1.2014. <http://herkules oulu.fi/thesis/nbnfioulu-201310121789.pdf>

Sinisalo, J. & Virtanen, K. 2008. Sydämen oma verenkierto. Teoksessa *Kardiologia*, 2. uudistettu painos. toim. Heikkilä, J.; Kupari, M.; Airaksinen, J.; Huikuri, H.; Nieminen, M. & Peuhkurinen, K. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s.292-293

Säteilyasetus 20.12.1991/1512.

Säteilylaki 27.3.1991/592.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus lääketieteellisen säteilyn käytöstä 423/2000.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus potilasasiakirjojen laatimisesta sekä niiden ja muun hoitoon liittyvän materiaalin säilyttämisestä 19.1.2001/99.

Säteilyturvakeskus (STUK). 2004. Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen. s.3

Säteilyturvakeskus (STUK). 2005. Potilaan säteilyannoksen vertailutasot kardiologisessa radiologiassa. Päättös 28.12.2005. Viitattu 16.8.2013

http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/viranomaisohjeet/fi_FI/stohjeet/_files/85769141816396151/default/Paatos-pdf-Potilaan_sateilyaltistuksen_vertailutasot_kardiologisessa_radiologiassa_paatos_ja_ohje.pdf

Säteilyturvakeskus (STUK). 2006. Ohje ST 3.3 Röntgentutkimukset terveydenhuollossa. s.7-8

Säteilyturvakeskus (STUK). 2011. Sanasto. Viitattu 18.5.2013. <http://www.stuk.fi>

Säteilyturvakeskus (STUK). 2013. Ohje ST 1.1 Säteilytoiminnan turvallisuus. s.5

Toivonen, M.; Miettinen, A. & Servomaa, A. 2000. Potilasannoksen määrittäminen: Annoksen ja pinta-alan tulon mittaaminen ja pinta-annoksen laskenta. Raportti STUK A-174. Viitattu 18.8.2013 <http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/stuk-a174.html>

Valvira. 2013. Potilasasiakirjat. Viitattu 26.12.2013.
http://www.valvira.fi/ohjaus_ja_valvonta/terveydenhuolto/potilasasiakirjat

Vilkka, H. 2007. Tutki ja mittaa – Määrällisen tutkimuksen perusteet. Jyväskylä: Tammi.

Yli-Mäyry, S. 2011. Sydänsairauksiin liittyvät tutkimukset. Teoksessa Sydänsairaudet, 2. uudistettu painos. toim. Mäkijärvi, M.; Kettunen, R.; Kivelä, A.; Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. s.63-66

Ylitalo, A. & Ikäheimo, M. 2008. Sydämen kajoavat tutkimukset. Teoksessa Kardiologia, 2. uudistettu painos. toim. Heikkilä, J.; Kupari, M.; Airaksinen, J.; Huikuri, H.; Nieminen, M. & Peuhkurinen, K. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s.267-280

Ylitalo, A.; Niemelä, K. & Heikkilä, J. 2008. Sepelvaltioiden pallolaajennustoimenpiteet. Teoksessa Kardiologia, 2. uudistettu painos. toim. Heikkilä, J.; Kupari, M.; Airaksinen, J.; Huikuri, H.; Nieminen, M. & Peuhkurinen, K. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s.374-386

Liite 1. Tutkimuslupa



SATAKUNNAN SAIRAANHOITOPIIRI
kumppanuudella terveyttä ja toimintakykyä

OPINNÄYTETYÖN/TUTKIMUKSEN LUPAHAKEMUS

Hakija/ Hakijat	Nimi/nimet Henna-Riikka Huuonen	Opiskelu- tai työpaikka Turun ammattikorkeakoulu
		Virka/toimi (ei koske opiskelijoita)
	Yhteys henkilön puh:	Opinnäytetyö/tutkimus <input checked="" type="checkbox"/> opinnäytetyö/AMK <input type="checkbox"/> ylempi AMK <input type="checkbox"/> pro gradu tutkielma <input type="checkbox"/> lisensiaatin tutkielma <input type="checkbox"/> väitöskirjatutkimus <input type="checkbox"/> muu
Kuvaus	TUTKIMUKSEN / OPINNÄYTETYÖN TIIVISTETTY KUVAUS (mm. nimi, kohderyhmä, menetelmät, aineisto) LIITTEET, opinnäytetyösuunnitelma (ks. erill. ohje) Liitteenä opinnäytetyön tutkimussuunnitelma	
Aiheen valinta	Opinnäytetyöstä on keskusteltu sairaanhoitopiirin edustajan kanssa ja olen saanut periaatteellisen hyväksynnän opinnäytetyön valmistelun käynnistämiseksi. X Kyllä, kenen kanssa: osastonhoitaja Raisa Nurmi ja fyysikko Minna Huuskonen <input type="checkbox"/> Ei	
Oppilaitoksen ohjaaja(t) ja yhteystiedot e-mail puh.	Päiväys <u>21. 8. 2013</u> <u>Jarno Huhtanen</u> Allekirjoitus ja nimenselvennys	Päiväys _____ Allekirjoitus ja nimenselvennys E-mail: Puh:
Opiskelijan/ tutkijan sitoumus	Sitoudun noudattamaan sairaanhoitopiirin ohjeistusta salassapitovelvollisuudesta ja hyvää tutkimuskäytäntöä. Sitoudun toimittamaan opinnäytetyön/tutkimuksen tuloksista raportin sairaanhoitopiiriin joko sähköisesti tai paperiversiona. Päiväys: <u>21. 8. 2013</u> <u>Henna-Riikka Huuonen</u> Allekirjoitus ja nimenselvennys Henna-Riikka Huuonen	

Satakunnan sairaanhoitopiiri | Sairaalan tie 3, 28500 Pori | puh. (02) 627 71 | fax (02) 627 7799 | etunimi.sukunimi@satshp.fi | www.satshp.fi



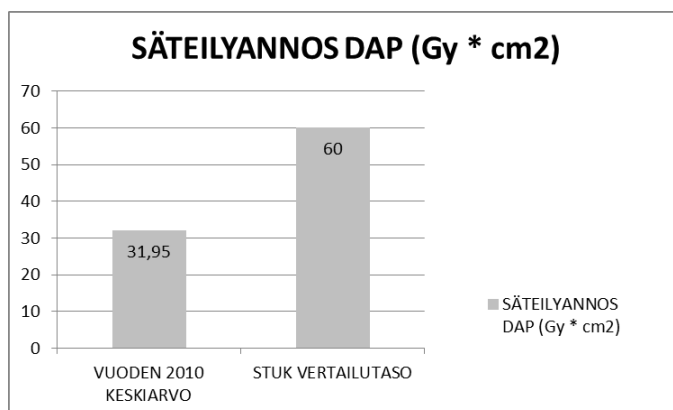
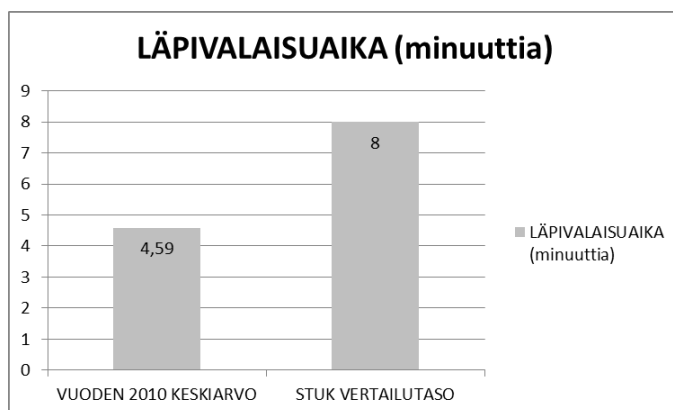
SATAKUNNAN SAIRAANHOITOPIIRI
-kumppanuudella terveyttä ja toimintakykyä-

OPINNÄYTETYÖN/TUTKIMUKSEN LUPAHAKEMUS

	Allekirjoitus ja nimenselvennys	Allekirjoitus ja nimenselvennys
Hoitotyön kehittämisryhmän lausunto	<input checked="" type="checkbox"/> Lupaa puoletaan <input type="checkbox"/> Lupaa ei puoleta, perustelut liitteessä <input type="checkbox"/> Pyydetään lähettämään eettiselle toimikunnalle <input type="checkbox"/> Pyydetään lisäselvityksiä: <div style="text-align: right;"> <u>19.8.2013</u> <u>Paula Asikainen</u> Päiväys: Allekirjoitus ja nimenselvennys <u>Paula Asikainen</u> </div>	
Eettinen toimikunta	<input type="checkbox"/> Eettisen toimikunnan lausunto saatu (liitteenä) _____ <input type="checkbox"/> Eettisen toimikunnan lausuntoa ei tarvita.	
Tutkimusluvan myöntäminen	Sairaanhoidopiirin toimialueen / yksikön tutkimus- tai kehittämishanke, johon opinnäytetyö / tutkimus liittyy (luvan myöntäjä täyttää): <input type="checkbox"/> Myönnetty <input type="checkbox"/> Ei myönnetä, perustelut:	
Ylihoitaja(t) / palvelupäällikö(t)	Päiväys: <u>3.9.2013</u> <u>Pasi Henttonen</u> Allekirjoitus ja nimenselvennys <u>Pasi Henttonen</u>	Päiväys: _____ _____ Allekirjoitus ja nimenselvennys
Ylilääkäri(t)	Päiväys: <u>3.9.2013</u> <u>Antti Mäkelä</u> Allekirjoitus ja nimenselvennys <u>Antti Mäkelä</u>	Päiväys: _____ _____ Allekirjoitus ja nimenselvennys

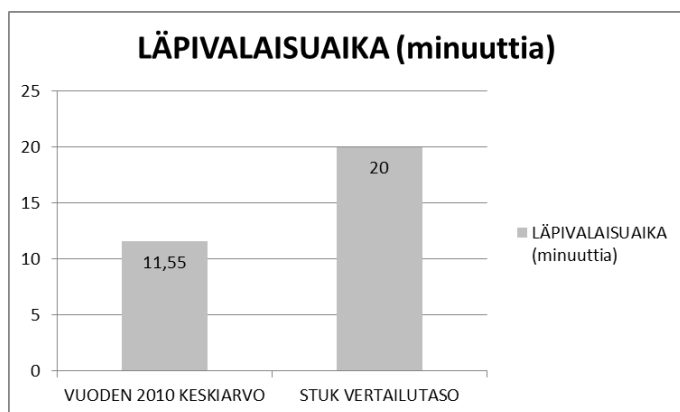
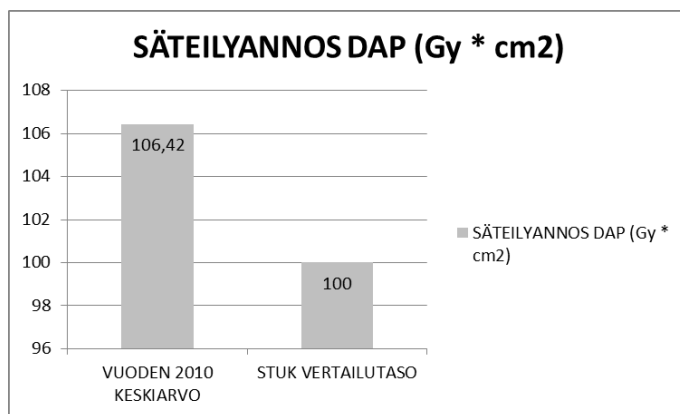
Liite 2. Vuoden 2010 angiografioiden aineisto

		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm ²)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	KESKIARVO	31,95	4,5878
	MINIMI	4	0,49
	MAKSIMI	162	24,5
	MOODI	20	2
	MEDIAANI	21,5	2
	STUK:n vertailutasot	60	8
	STUK:n vertailutason ylittävät (kpl)	12	16
	%	12	16
	STUK:N vertailutason alittavat (kpl)	88	84
	%	88	84
Kaavion luomiseen:		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm ²)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	VUODEN 2010 KESKIARVO	31,95	4,59
	STUK VERTAILUTASO	60	8



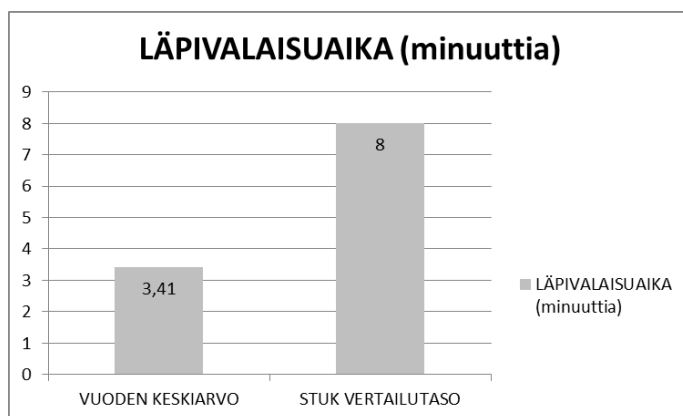
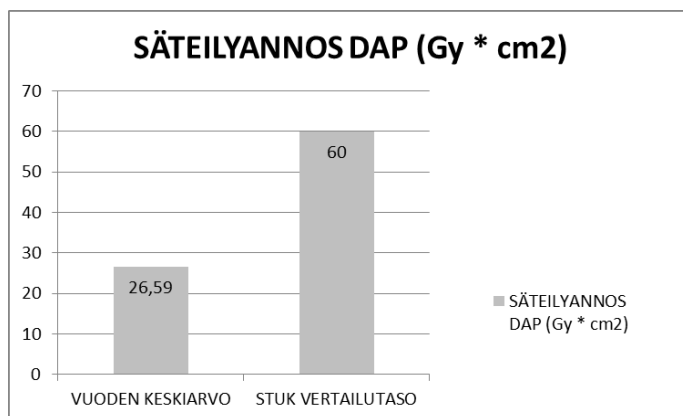
Liite 3. Vuoden 2010 pallolaajennusten aineisto

		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	KESKiarvo	106,4216867	11,55301205
	MINIMI	9	3,3
	MAKSIMI	400	30
	MOODI	90	10
	MEDIAANI	90	10
	STUK:n vertailutasot	100	20
	STUK:n vertailutason ylittävät (kpl)	37	15
	%	45	18
	STUK:n vertailutason alittavat (kpl)	46	68
	%	55	82
Kaavion luomiseen:		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	VUODEN 2010 KESKiarvo	106,42	11,55
	STUK VERTAILUTASO	100	20



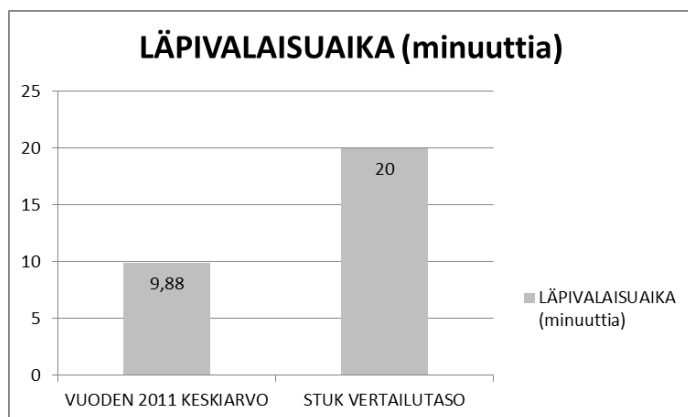
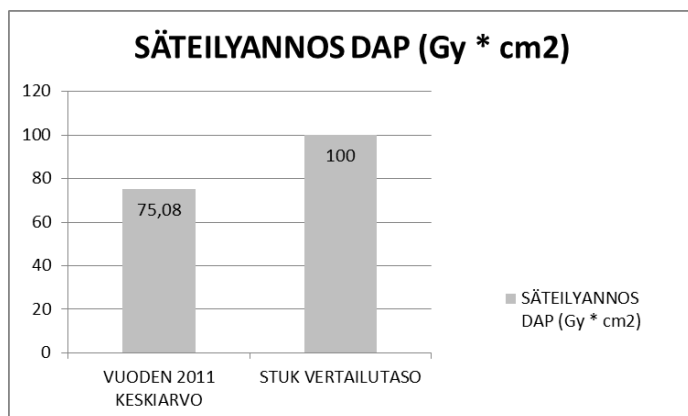
Liite 4. Vuoden 2011 angiografioiden aineisto

		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	KESKIARVO	26,59	3,4114
	MINIMI	4	1
	MAKSIMI	136	19,58
	MOODI	20	2
	MEDIAANI	22	2
	STUK:n vertailutasot	60	8
	STUK:n vertailutason ylittävät (kpl)	7	9
	%	7	9
	STUK:N vertailutason allittavat (kpl)	93	91
	%	93	91
Kaavion luomiseen:		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	VUODEN KESKIARVO	26,59	3,41
	STUK VERTAILUTASO	60	8



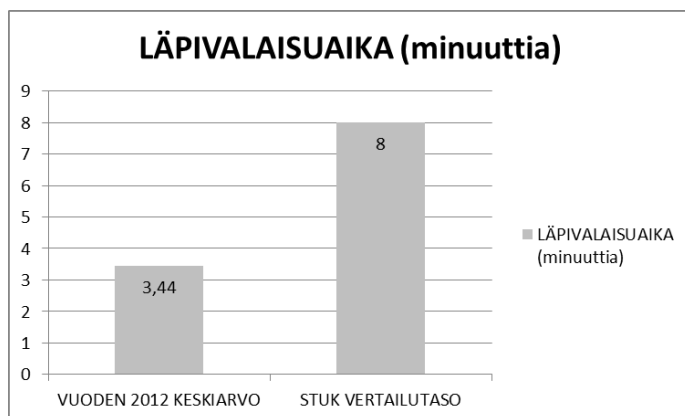
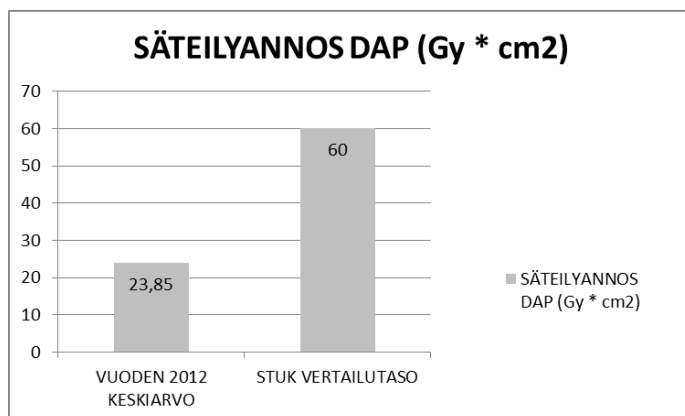
Liite 5. Vuoden 2011 pallolaajennusten aineisto

		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	KESKIARVO	75,08	9,8761
	MINIMI	10	2,4
	MAKSIMI	240	38
	MOODI	40	10
	MEDIAANI	69,5	9
	STUK:n vertailutasot	100	20
	STUK:n vertailutason ylittävät (kpl)	23	5
	%	23	5
	STUK:N vertailutason alittavat (kpl)	77	95
	%	77	95
Kaavion luomiseen:		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	VUODEN 2011 KESKIARVO	75,08	9,88
	STUK VERTAILUTASO	100	20



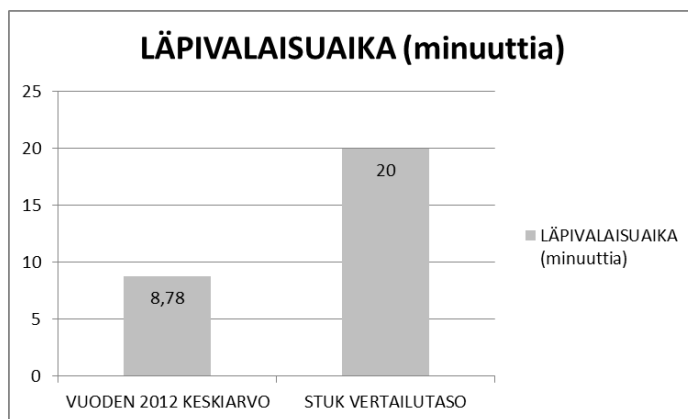
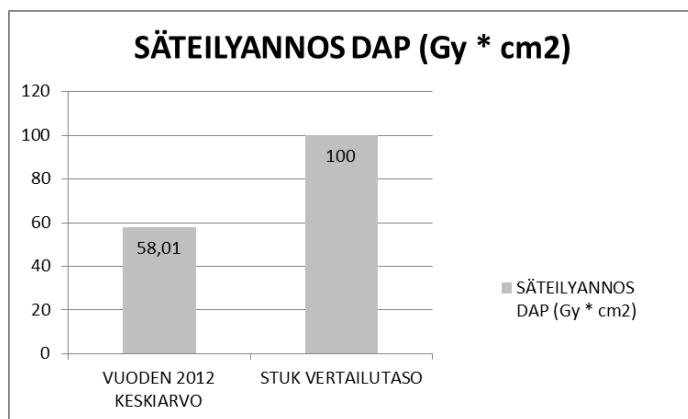
Liite 6. Vuoden 2012 angiografioiden aineisto

		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	KESKiarvo	23,85	3,4434
	MINIMI	1	0,5
	MAKSIMI	255	45
	MOODI	20	2
	MEDIAANI	19	2,1
	STUK:n vertailutasot	60	8
	STUK:n vertailutason ylittävät (kpl)	3	6
	%	3	6
	STUK:n vertailutason alittavat (kpl)	97	94
	%	97	94
Kaavion luomiseen:		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	VUODEN 2012 KESKiarvo	23,85	3,44
	STUK VERTAILUTASO	60	8



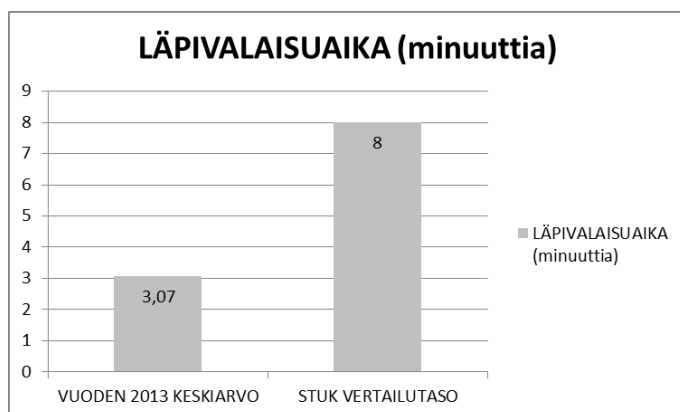
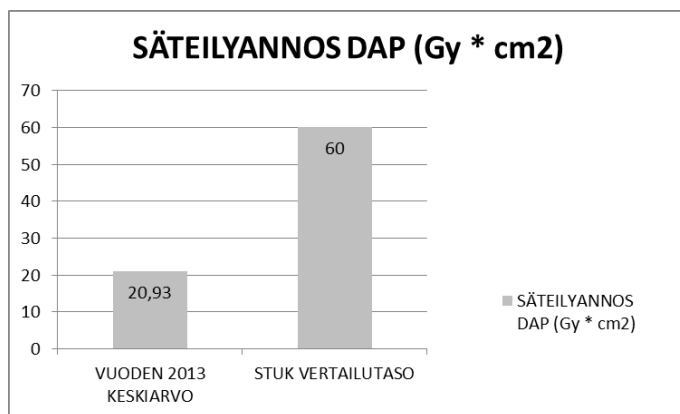
Liite 7. Vuoden 2012 pallolaajennusten aineisto

		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm ²)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	KESKiarvo	58,01	8,7801
	MINIMI	4	1
	MAKSIMI	199	44
	MOODI	40	5
	MEDIAANI	47	7
	STUK:n vertailutasot	100	20
	STUK:n vertailutason ylittävät (kpl)	14	5
	%	14	5
	STUK:N vertailutason alittavat (kpl)	86	95
	%	86	95
Kaavion luomiseen:		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm ²)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	VUODEN 2012 KESKiarvo	58,01	8,78
	STUK VERTAILUTASO	100	20



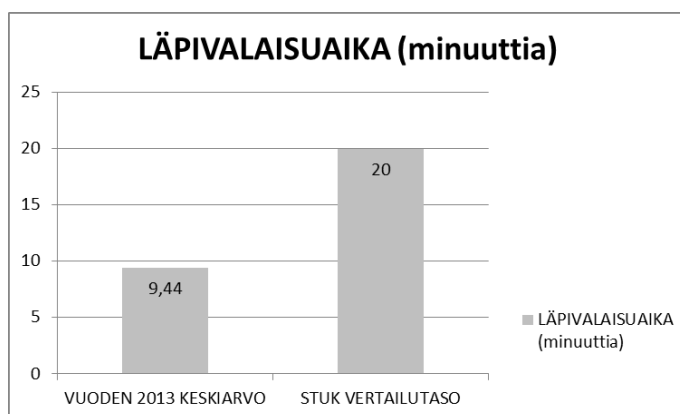
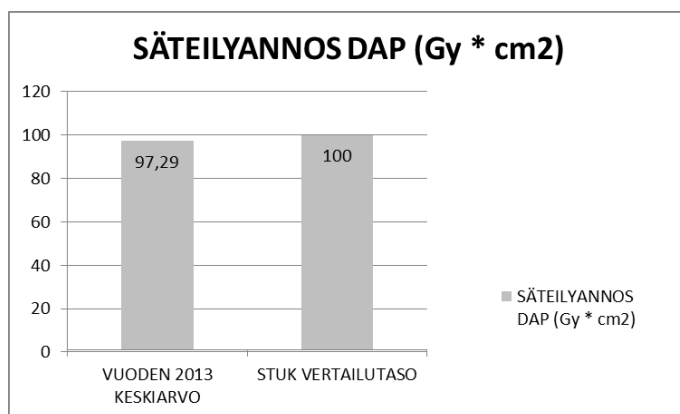
Liite 8. Vuoden 2013 angiografioiden aineisto

		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	KESKiarvo	20,93	3,0732
	MINIMI	1	0,58
	MAKSIMI	110	17,5
	MOODI	10	2
	MEDIAANI	18	2
	STUK:n vertailutasot	60	8
	STUK:n vertailutason ylittävät (kpl)	3	8
	%	3	8
	STUK:N vertailutason alittavat (kpl)	97	92
	%	97	92
Kaavion luomiseen:		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	VUODEN 2013 KESKiarvo	20,93	3,07
	STUK VERTAILUTASO	60	8



Liite 9. Vuoden 2013 pallolaajennusten aineisto

		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	KESKIARVO	97,29	9,4365
	MINIMI	10	2,5
	MAKSIMI	1514	40
	MOODI	90	10
	MEDIAANI	59	8
	STUK:n vertailutasot	100	20
	STUK:n vertailutason ylittävät (kpl)	18	6
	%	18	6
	STUK:N vertailutason alittavat (kpl)	82	94
	%	82	94
Kaavion luomiseen:		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	VUODEN 2013 KESKIARVO	97,29	9,44
	STUK VERTAILUTASO	100	20



Liite 10. Tallennuspohja angiografioille

VUOSI _____

ANGIOGRAFIAT

Tallenna lomake aina nimellä kun aloitat uuden vuoden tietojen syötön, jotta alkuperäinen lomakepohja ei häviä.

POTILAS (numerojärjestys)	SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		

51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		

		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	KESKIARVO	#JAKO/0!	#JAKO/0!
	MINIMI	0	0
	MAKSIMI	0	0
	MOODI	#PUUTTUU!	#PUUTTUU!
	MEDIAANI	#LUKU!	#LUKU!
	STUK:n vertailutasot	60	8
	STUK:n vertailutason ylittävät (kpl)	0	0
	%	0	0
	STUK:N vertailutason alittavat (kpl)	0	0
	%	0	0
Kaavion luomiseen:		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	VUODEN KESKIARVO	#JAKO/0!	#JAKO/0!
	STUK VERTAILUTASO	60	8

Liite 11. Tallennuspohja pallolaajennustoimenpiteille

VUOSI _____

PALLOLAAJENNUKSET

POTILAS (numerojärjestys)	SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		

51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		

		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	KESKIARVO	#JAKO/0!	#JAKO/0!
	MINIMI	0	0
	MAKSIMI	0	0
	MOODI	#PUUTTUU!	#PUUTTUU!
	MEDIAANI	#LUKU!	#LUKU!
	STUK:n vertailutasot	100	20
	STUK:n vertailutason ylittävät (kpl)	0	0
	%	0	0
	STUK:N vertailutason alittavat (kpl)	0	0
	%	0	0
Kaavion luomiseen:		SÄTEILYANNOS DAP (Gy * cm2)	LÄPIVALAISUAIKA (minuuttia)
	VUODEN KESKIARVO	#JAKO/0!	#JAKO/0!
	STUK VERTAILUTASO	100	20